叶兴阳Yeh

双语音标有声读物

叶兴阳

双音阅读英语教育创始人

双语音标阅读创始人

注音阅读英语教育之父

注音阅读英语教育之父

叶兴阳双语音标有声读物

双语对照 · 音标注音 · 有声同步

编者：*叶兴阳*

内容来源：*公共领域英文原著*

适用对象：*英语学习者、教师、研究者*

版本日期：*2025 年*

目录

共 3 个章节

1. 核钟修订版(nuclear Clocks Revised) 000001

2. 核钟修订版(nuclear Clocks Revised) 000002

3. 核钟修订版(nuclear Clocks Revised) 000003

使用说明

- 本目录为大字打印优化版本，正文字号 18pt，适合纸质阅读
- 电子版请访问对应 HTML 文件，支持语音播放功能
- 建议双面打印，左侧留白已优化，便于装订
- 章节标题已按字母顺序排列，便于快速查找

核钟修订版(Nuclear Clocks Revised)
第1/3页

['nuːkliər] [klɑːks]
Nuclear **Clocks**
核 时钟

核钟

[ðə; ði] [ˌʌndər'stændɪŋ] [ðə; ði]['ætəm] ['sɪriːz]
The **Understanding** **the** **Atom** **Series**
这 理解 这 原子 系列

了解原子系列

['nuːkliər] ['enərdʒi][ɪz] ['pleɪɪŋ] [ə; eɪ] ['vaɪt(ə)l] [roʊl][ɪn][ðə; ði][laɪf][ʌv; əv] ['evri] [mæn] ,
Nuclear **Energy** **is** **playing** **a** **vital** **role** **in** **the** **life** **of** **every** **man** **,**
核 活力 是 玩耍 一个 必不可少的 角色 在 这 生活 的 每一个 男人 ,

核能在每个人的生活中都发挥着至关重要的作用。

['wʊmən] , [ænd; ənd][tʃaɪld][ɪn][ðə; ði][juˈnaɪtɪd] [steɪts] [təˈdeɪ] .
woman **,** **and** **child** **in** **the** **United** **States** **today** **.**
女士 , 和 孩子 在 这 团结的 各州 今天 .

如今美国的妇女和儿童。

[ɪn][ðə; ði] ['jɪrz] [əˈhed] [ˌaɪ 'tiː] [wɪl] [əˈfekt] [ɪnˈkriːsɪŋli] [ɔːl][ðə; ði] ['piːpəlz] [ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] .
In **the** **years** **ahead** **it** **will** **affect** **increasingly** **all** **the** **peoples** **of** **the** **earth** **.**
在 这 年 前方 它 将要 影响 日益 全部 这 人民 的 这 地球 .

在未来的几年里，它将日益影响地球上的所有民族。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [ɪ'senʃ(ə)l] [ðæt] [ɔːl] [ə'mɛrɪkənz] [geɪn][æn; ən] [ˌʌndər'stændɪŋ] [ʌv; əv] [ðɪs] ['vaɪt(ə)l] [fɔːrs] [ɪf]
It **is** **essential** **that** **all** **Americans** **gain** **an** **understanding** **of** **this** **vital** **force** **if**
它 是 基本的 那 全部 美国人 获得 一个 理解 的 这 必不可少的 力量 如果
[ðeɪ] [ɑːr; ər][tuː; tə] [dɪs'tʃɑːrdʒ] ['θɔːtfəli] [ðer; ðər] [riˌspɑːnsə'bɪlətiz] [æz; əz] ['sɪtəznz] [ænd; ənd] [ɪf] [ðeɪ]
they **are** **to** **discharge** **thoughtfully** **their** **responsibilities** **as** **citizens** **and** **if** **they**
他们 是 到 释放 深思熟虑 他们的 职责 作为 公民 和 如果 他们
[ɑːr; ər][tuː; tə]['riːəlaɪz] ['fʊli] [ðə; ði] ['mɪriəd] ['benɪfɪts] [ðæt] ['nuːkliər]['enərdʒi] ['ɔfɝz] [ðem; ðəm] .
are **to** **realize** **fully** **the** **myriad** **benefits** **that** **nuclear** **energy** **offers** **them** **.**
是 到 意识到 完全 这 无数 好处 那 核 活力 优惠 他们 .

所有美国人都必须了解这种至关重要的力量，这样他们才能认真履行公民责任，才能充分认识到核能带给他们的诸多好处。

[ðə; ði][juˈnaɪtɪd] [steɪts] [əˈtɑːmɪk]['enərdʒi] [kəˈmɪʃ(ə)n] [prəˈvaidz] [ðɪs] ['bʊklət] [tuː; tə][help][juː; jʊ]
The **United** **States** **Atomic** **Energy** **Commission** **provides** **this** **booklet** **to** **help** **you**
这 团结的 各州 原子 活力 委员会 提供 这 小册子 到 帮助 你
[əˈtʃiːv] [sʌtʃ] [ˌʌndər'stændɪŋ] .
achieve **such** **understanding** **.**
达到 这样的 理解 .

美国原子能委员会提供这本小册子，以帮助您获得这种理解。

['edwərd][dʒeɪ] . - , [dəˈrektər]
Edward **J** **.** **Brunenkant** **,** **Director**
爱德华 J . - , 导演

爱德华·J·布鲁嫩坎特，主任

[dɪ'vɪʒ(ə)n][ʌv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n]
Division **of** **Technical** **Information**
分配 的 技术的 信息

技术信息部

[ju'naɪtɪd] [steɪts] [ə'tɑ:mɪk] ['enərdʒi] [kə'mɪʃ(ə)n]
UNITED **STATES** **ATOMIC** **ENERGY** **COMMISSION**
团结的 各州 原子 活力 委员会

美国原子能委员会

['draɪv, 'dɑ:ktɚ] . [glen] [ti:] . ['si:bɔ:g] , ['tʃermən]
Dr **.** **Glenn** **T** **.** **Seaborg** **,** **Chairman**
博士 . 格伦 T . 西博格 , 主席

格伦·T·西博格博士，主席

[dʒeɪmz][ti:] . ['ræmi]
James **T** **.** **Ramey**
詹姆斯 T . 拉米

詹姆斯·T·雷米

['wɪlfrɪd] [i:] . ['dʒɑ:nsən]
Wilfrid **E** **.** **Johnson**
威尔弗里德 E . 约翰逊

威尔弗里德·E·约翰逊

[fræn'tʃɛskoʊ][koʊstɑ:gli:oʊlə]
Francesco **Costagliola**
弗朗切斯科 科斯塔格利奥拉

弗朗切斯科·科斯塔格里奥拉

[baɪ] ['henri] ['fɔl]
by **Henry** **Faul**
经过 亨利 福尔

作者：亨利·福尔

['kɑ:ntents]
CONTENTS
内容

内容

INTRODUCTION1
INTRODUCTION1
INTRODUCTION1

引言1

['θi:əri] [ʌv; əv] ['nu:kliər] [eɪdʒ] DETERMINATION5
THEORY **OF** **NUCLEAR** **AGE** **DETERMINATION5**
理论 的 核 年龄 DETERMINATION5

核年龄测定理论5

[ðə; ði] ['kɑ:rbən] - - CLOCK9
THE **CARBON** **-** **14** **CLOCK9**
这 碳 - - CLOCK9

碳-14时钟9

['kɑ:rbən] - - Counting12
Carbon **-** **14** **Counting12**
碳 - - Counting12

碳-14计数12

['kɑ:rbən] - - Results15
Carbon **-** **14** **Results15**
碳 - - Results15

碳-14 结果15

[ðə; ði] [lɔ:ŋ] - [lɪvd] CLOCKS19
THE **LONG** **-** **LIVED** **CLOCKS19**
这 长的 - 居住地 CLOCKS19

长寿的钟表19

[ðə; ði] [ruː'bɪdiəm] - ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm] Clock20

The	Rubidium	-	Strontium	Clock20
这	铷	-	锶	Clock20

铷锶钟20

[ðə; ði][juˈreɪniəm] ['fɪʒ(ə)n] Clock24

The	Uranium	Fission	Clock24
这	铀	裂变	Clock24

铀裂变时钟24

Plumbology27

Plumbology27

Plumbology27

管道学27

[ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] EARTH27

THE	AGE	OF	THE	EARTH27
这	年龄	的	这	EARTH27

地球的年龄27

[ˌænəˈlɪtɪk(ə)l] Techniques31

Analytical	Techniques31
分析	Techniques31

分析技术31

['mɪnɝəlz, 'mɪnrəlz] [ðæt] [kæn; kən][biː; bi] Dated34

Minerals	That	Can	Be	Dated34
矿物	那	能	是	Dated34

可测定年代的矿物34

[sʌm; səm] ['ɪntrəstɪŋ] RESULTS40

SOME	INTERESTING	RESULTS40
一些	有趣的	RESULTS40

一些有趣的结果40

[ðə; ði][oʊld][mæn][frʌm; frəm] Olduvai40

The	Old	Man	From	Olduvai40
这	老的	男人	从	Olduvai40

来自奥杜瓦伊的老人40

[ðə; ði][ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪk] [taɪm] Scale41

The	Geologic	Time	Scale41
这	地质	时间	Scale41

地质年代尺度41

[priː'kæmbriən] Stratigraphy47

Precambrian	Stratigraphy47
前寒武纪	Stratigraphy47

前寒武纪地层学47

[ænd; ənd] [wer] [duː][wiː; wi][goʊ][frʌm; frəm] [hɪr] ? -

AND	WHERE	DO	WE	GO	FROM	HERE	?	48
和	在哪里	做	我们	去	从	这里	?	-

接下来我们该何去何从？48

GLOSSARY49

GLOSSARY49

GLOSSARY49

词汇表49

APPENDIX52

APPENDIX52

APPENDIX52

附录52

[sə'dʒestɪd] REFERENCES58
SUGGESTED **REFERENCES58**
建议 REFERENCES58

建议参考文献58

[ju'naɪtɪd] [steɪts] [ə'tɑːmɪk]['enərdʒi] [kə'mɪʃ(ə)n]
United **States** **Atomic** **Energy** **Commission**
团结的 各州 原子 活力 委员会

美国原子能委员会

[dɪ'vɪʒ(ə)n][ʌv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n]
Division **of** **Technical** **Information**
分配 的 技术的 信息

技术信息部

['laɪbreri] [ʌv; əv] ['kɑːŋgrəs] ['kætəlɔːg][kɑːrd] ['nʌmbər] : - - -
Library **of** **Congress** **Catalog** **Card** **Number** **:** **67** **-** **60195**
图书馆 的 国会 目录 卡片 数字 : - - -

美国国会图书馆馆藏卡号：67-60195

- ; - ([rev] .)
1966 **;** **1968** **(** **Rev** **.** **)**
- ; - (牧师 .)

1966年；1968年（修订版）

[ə; eɪ] - , - - [jɪr] - [oʊld] ['beriəl] [saɪt] ['biːɪŋ] [ʌn'kʌvərd] [ɪn][ðə; ði] ['eriə] [ʌv; əv][ðə; ði]['æswaːn]
A **14** **,** **000** **-** **year** **-** **old** **burial** **site** **being** **uncovered** **in** **the** **area** **of** **the** **Aswan**
一个 - , - - 年 - 老的 葬礼 地点 存在 裸露 在 这 区域 的 这 阿斯旺
['rezərvwɑːr][ɪn][suː'dɑːnˌsu'dæn] .
Reservoir **in** **Sudan** **.**
水库 在 苏丹 .

在苏丹阿斯旺水库附近，一处拥有14000年历史的墓葬遗址被发掘出来。

[tuː; tə] [dɪ'tɜːrmɪn] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv] [sʌtʃ] ['eɪnʃənt] [rɪ'meɪnz] ,
To **determine** **the** **age** **of** **such** **ancient** **remains** **,**
到 决定 这 年龄 的 这样的 古老的 遗迹 ,

为了确定这些古代遗骸的年代，

[ˌɑːkɪ'ɔlədʒɪsts] [sɜːrtʃ] [fɔːr; fər] ['evri] [skræp][ʌv; əv] [ə'soʊsieɪtɪd] [wʊd] [ɔːr] ['tʃɑːrkoʊl] [ðæt] [kʊd; kəd]
archaeologists **search** **for** **every** **scrap** **of** **associated** **wood** **or** **charcoal** **that** **could**
考古学家 搜索 为了 每一个 废料 的 联系 木头 或者 木炭 那 可以
[biː; bi] [juːst] [fɔːr; fər][eɪdʒ] ['meʒərmənt] [ʌv; əv]['kɑːrbən] - - ,
be **used** **for** **age** **measurement** **of** **carbon** **-** **14** **,**
是 用过的 为了 年龄 测量 的 碳 - - ,

考古学家会寻找每一块可用于碳-14年代测定的相关木材或木炭碎片。

[wʌn][ʌv; əv][ðə; ði] “ ['nuːkliər] [klɑːks] ” [dɪ'skraɪbd] [ɪn] [ðɪs] ['bʊklət] . [wʌn]
one **of** **the** **“** **nuclear** **clocks** **”** **described** **in** **this** **booklet** **.** **1**
一 的 这 “ 核 时钟 ” 描述 在 这 小册子 . 1

这是本手册中描述的“核钟”之一。[1]

[baɪ] ['henri] ['fɔl]
By **HENRY** **FAUL**
经过 亨利 错误

作者：亨利·福尔

[ˌɪntrə'dʌkʃ(ə)n]
INTRODUCTION
介绍

介绍

[haʊ] [oʊld][ɪz][ə; eɪ] [rɑːk] ?
How **old** **is** **a** **rock** **?**
如何 老的 是 一个 岩石 ?

一块石头有多大年纪?

[haʊ] [oʊld][ɪz][mæn] ?
How **old** **is** **man** **?**
如何 老的 是 男人 ?

人有多大年纪?

[haʊ] [oʊld][ɪz][ðə; ði] [ɜːrθ] ?
How **old** **is** **the** **earth** **?**
如何 老的 是 这 地球 ?

地球有多古老?

[ˌaɪ ˈtiː] [wʊd] [biː; bi] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə][faɪnd][ə; eɪ]['riːz(ə)n] [waɪ] ['eniwʌn] [wʊd] ['riːəli] [hæv; həv][tuː; tə]
It **would** **be** **difficult** **to** **find** **a** **reason** **why** **anyone** **would** **really** **have** **to**
它 会 是 难的 到 寻找 一个 原因 为什么 任何人 会 真的 有 到
[noʊ] [ðə; ði] ['ænsər] [tuː; tə] [ðiːz] ['kwestʃənz] ,
know **the** **answers** **to** **these** **questions** **,**
知道 这 答案 到 这些 问题 ,

很难找到任何人真的需要知道这些问题答案的理由。

[jet] [ðeɪ] [hæv; həv] [bɪn] [æskt] ['oʊvər][ænd; ənd]['oʊvər] [ə'gen] [sɪns] [ðə; ði] [dɑːn] [ʌv; əv]['hjuːmən]
yet **they** **have** **been** **asked** **over** **and** **over** **again** **since** **the** **dawn** **of** **human**
然而 他们 有 到过 问 超过 和 超过 再次 自从 这 黎明 的 人类
[sə'saɪəti] .
society **.**
社会 .

然而，自人类社会诞生以来，人们就一直反复提出这个问题。

[ðə; ði]['rekərdz][ʌv; əv] ['evri] [ˌsɪvələ'zeɪʃn] [dɪs'kloʊz] [ə'tempts] [tuː; tə] [delv] ['ɪntuː][ðə; ði][pæst] [bɪ'jɑːnd]
The **records** **of** **every** **civilization** **disclose** **attempts** **to** **delve** **into** **the** **past** **beyond**
这 记录 的 每一个 文明 透露 尝试 到 深入探究 进入 这 过去的 超过
[ðə; ði] ['meməri] [ʌv; əv][ðə; ði]['oʊldɪst][mæn] ,
the **memory** **of** **the** **oldest** **man** **,**
这 记忆 的 这 最老 男人 ,

每个文明的记录都揭示了人们试图探寻超越最古老人类记忆的过去的尝试。

[bɪ'jɑːnd] [rɪ'kɔːrdɪd] ['hɪstri; 'hɪstəri] , [bɪ'jɑːnd] ['ɜːrlɪɪst] ['ledʒənd] .
beyond **recorded** **history** **,** **beyond** **earliest** **legend** **.**
超过 记录 历史 , 超过 最早 传奇 .

超越有记载的历史，超越最早的传说。

[ˌkjʊri'ɑːsəti][ə'baʊt][ðə; ði] [rɪ'moʊt] [pæst] [meɪ] [biː; bi] ['veri] ['eɪnʃənt] ,
Curiosity **about** **the** **remote** **past** **may** **be** **very** **ancient** **,**
好奇心 关于 这 偏僻的 过去的 可能 是 非常 古老的 ,

对遥远过去的好奇心可能由来已久。

[bʌt; bət][ðə; ði]['oʊnli][rɪ'laɪəb(ə)l] ['meθəd] [ʌv; əv] ['meʒərɪŋ] ['veri] [lɔːŋ] ['ɪntərvlz] [ʌv; əv][taɪm][ɪz] [nuː] .
but **the** **only** **reliable** **method** **of** **measuring** **very** **long** **intervals** **of** **time** **is** **new** **.**
但 这 仅有的 可靠的 方法 的 测量 非常 长的 间隔 的 时间 是 新的 .

但目前唯一可靠的测量超长时间间隔的方法是新方法。

[ðə; ði][ˌpɑːsə'bɪləti][ʌv; əv]['duːɪŋ][soʊ] [bɪ'keɪm] [ə'pærənt] ['oʊnli]['æftər][ðə; ði] [dɪ'skʌvəri] [ʌv; əv]
The **possibility** **of** **doing** **so** **became** **apparent** **only** **after** **the** **discovery** **of**
这 可能性 的 正在做 所以 成为 明显 仅有的 后 这 发现 的
[ˌreɪdioʊæk'tɪvəti] [[wʌn]] [ɪn] - [baɪ]['hɛnri, ˌɔ'riː, ˌɑːn'riː] ['bekərel] ,
RADIOACTIVITY **[** **1** **]** **in** **1896** **by** **Henri** **Becquerel** **,**
放射性 [1] 在 - 经过 亨利 贝克勒尔 ,

直到 1896 年亨利·贝克勒尔发现放射性[1]之后，这种可能性才变得显而易见。

[wen] [mə'ri:] [ænd; ənd][pi(:)'ɛə] ['kjʊri] [ɪn] - ['rekəgnaɪzd] [ðæt] [sʌm; səm]['ætəmz][ɑ:r; ər][ˌreɪdioʊ'æktɪv]

when	Marie	and	Pierre	Curie	in	1898	recognized	that	some	atoms	are	radioactive
什么时候	玛丽	和	皮埃尔	居里	在	-	认可	那	一些	原子	是	放射性

[ænd; ənd] [tʃeɪndʒ] [baɪ] [ðəm'selvz] ['ɪntu:] ['ʌðər] ['ætəmz][æt; ət]['regjələr][ænd; ənd]['kɑ:nstənt] [reɪts] .

and	change	by	themselves	into	other	atoms	at	regular	and	constant	rates	.
和	改变	经过	他们自己	进入	其他	原子	在	常规的	和	持续的	利率	.

[ˌtu:'tu:]

2
2

1898年，玛丽·居里和皮埃尔·居里发现某些原子具有放射性，并且会以规律且恒定的速率自行转变为其他原子。

[ɪf] ['sʌmθɪŋ] ['grædʒuəli] [træns'fɔ:mz] [ɪt'self]['ɪntu:] ['sʌmθɪŋ] [els] , [ɪf] [ðɪs] [ˌtrænsfər'meɪʃ(ə)n][goʊz]

If	something	gradually	transforms	itself	into	something	else	,	if	this	transformation	goes
如果	某物	逐步地	变换	本身	进入	某物	别的	,	如果	这	转型	去

[ɑ:n][æt; ət][ə; eɪ] [noʊn] [peɪs] ,

on	at	a	known	pace	,
在	在	一个	已知	步伐	,

如果某物逐渐转变为另一物，且这种转变以已知的速度进行，

[ænd; ənd] [ɪf] [ɔ:l][ðə; ði] ['prɑ:dʌkt] [ʌv; əv][ðə; ði][æk'tɪvəti][ɑ:r; ər] [prɪ'zɜ:rv] [ɪn][sʌm; səm][kaɪnd][ʌv; əv][ə; eɪ]

and	if	all	the	products	of	the	activity	are	preserved	in	some	kind	of	a
和	如果全部		这	产品	的	这	活动	是	保存完好	在	一些	种类	的	一个

[kloʊzd] ['sɪstəm] ,

CLOSED	SYSTEM	,
关闭	系统	,

如果所有活动产物都保存在某种封闭系统中，

[ðen] [ˌaɪ 'ti:][ɪz] [ˌθi:ə'retɪkli] ['pɑ:səb(ə)l][tu:; tə]['kælkjuleɪt][ðə; ði][taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪ'læpst] [sɪns]

then	it	is	theoretically	possible	to	calculate	the	time	that	has	elapsed	since
然后	它	是	理论上	可能的	到	计算	这	时间	那	有	过去	自从

[ðə; ði] ['prɑ:ses] ['stɑ:rtɪd] .

the	process	started	.
这	过程	开始	.

理论上，可以计算出自该过程开始以来经过的时间。

[ðə; ði] ['θi:əri] [wʌz; wəz] [klɪr] [fɔ:r; fər] ['jɪrz] ; [ðə; ði]['oʊnli]['prɑ:bləm][wʌz; wəz] [haʊ] [tu:; tə]['sætɪsfaɪ][ɔ:l]

The	theory	was	clear	for	years	;	the	only	problem	was	how	to	satisfy	all
这	理论	曾是	清除	为了	年	;	这	仅有的	问题	曾是	如何	到	满足	全部

[ðoʊz] [ifs] .

those	ifs	.
那些	如果	.

理论已经很清晰了；唯一的问题是如何满足所有这些假设。

[baɪ] - [ˌaɪ 'ti:][wʌz; wəz] [wel] [ɪ'stæblɪʃt] [ðæt] [ðə; ði] [ɜ:rθ] [mʌst; məst][bi:; bi] [ɪk'stri:mli] ['eɪnʃənt] .

By	1910	it	was	well	established	that	the	earth	must	be	extremely	ancient	.
经过	-	它	曾是	出色地	已确立的	那	这	地球	必须	是	极其	古老的	.

到 1910 年，人们已经普遍认为地球一定非常古老。

[ə'næləsɪs; 'ænəlaɪzɪz][ʌv; əv][sʌm; səm]['mɪnɝəlz, 'mɪnrəlz] [kən'teɪnɪŋ] [ju'reɪniəm] [ʃoʊd] [ðem; ðəm][tu:; tə]

Analyses	of	some	minerals	containing	uranium	showed	them	to
分析	的	一些	矿物	包含	铀	显示	他们	到

[bi:; bi] ['hʌndrədz] [ʌv; əv] ['mɪljənz] [ʌv; əv] ['jɪrz] [oʊld] ,

be	hundreds	of	millions	of	years	old	,
是	数百	的	百万	的	年	老的	,

对一些含铀矿物的分析表明，它们的年龄已达数亿年。

['i:v(ə)n] [ðoʊ] [ðə; ði][ju'reɪniəm] [keɪm] [frʌm; frəm] ['rɑ:ks] [ðæt] [wɜ:r; wər] [noʊn] [tu:; tə][bi:; bi] ['relətɪvli]

even	though	the	uranium	came	from	rocks	that	were	known	to	be	relatively
甚至	尽管	这	铀	来了	从	岩石	那	是	已知	到	是	相对地

[jʌŋ] [ə'mʌŋ] [ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk] ['streɪtə] .

young	among	geologic	STRATA	.
年轻的	之中	地质	地层	.

尽管这些铀来自地质地层中相对年轻的岩石。

['meʒərmənts] [stɪl] [wɜ:r; wər] [ɪn'ækjərət] , [haʊ'evər] ,

Measurements	still	were	inaccurate	,	however	,
测量	仍然	是	不准确	,	然而	,

然而，测量结果仍然不准确。

[ænd; ənd]['oʊnli][ə; eɪ] [fju:] [rer] [ænd; ənd][ʌn'ju:ʒuəli,ʌn'ju:ʒəli] [rɪtʃ] [ˌreɪdioʊ'æktɪv]['mɪnɚəlz, 'mɪnrəlz]

and	only	a	few	rare	and	unusually	rich	radioactive	minerals
和	仅有的	一个	很少	稀有的	和	异常地	富有的	放射性	矿物

[kən'teɪnd] [ɪ'nʌf] [ʌv; əv][ðə; ði] ['prɑ:dʌkt] [ʌv; əv] [ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [[ˌtu:'tu:]] [tu:; tə] [ə'laʊ]

contained	enough	of	the	products	of	RADIOACTIVE	DECAY	[	2	]	to	allow
包含	足够的	的	这	产品	的	放射性	衰变	[	2	]	到	允许

[ə'næləsɪs][ʌv; əv][ðer; ðər][eɪdʒ][baɪ][ðə; ði] [kru:d] ['meθədz] [ðen] [ə'veɪləb(ə)l] .

analysis	of	their	age	by	the	crude	methods	then	available	.
分析	的	他们的	年龄	经过	这	原油	方法	然后	可用的	.

只有少数稀有且异常富含放射性的矿物含有足够的放射性衰变产物[2]，使得当时可用的粗略方法可以分析它们的年龄。

[nɑ:t] [mʌtʃ] ['prɑ:gres] [wʌz; wəz] [meɪd] [fɔ:r; fər] [ə'baʊt] - ['jɪrz] [ʌn'tɪl] [ə; eɪ] . [oʊ] . [si:] . ['ni:ɚ] ,

Not	much	progress	was	made	for	about	30	years	until	A	.	O	.	C	.	Nier	,
不是	很多	进步	曾是	制成	为了	关于	-	年	直到	一个	.	哦	.	C	.	尼尔	,

在AOC Nier出现之前，大约30年间并没有取得太大进展。

[ə; eɪ]['hɑ:rvərd][ˌju:nɪ'vɜ:rsəti] ['fɪzɪsɪst] ,

a	Harvard	University	physicist	,
一个	哈佛大学	大学	物理学家	,

一位哈佛大学的物理学家，

[pɚ'fɛktəd] [æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [kɔ:ld] [ə; eɪ] [mæs] [spek'trɑ:mɪtər] ([tu:; tə][bi:; bi] [dɪ'skraɪbd] ['leɪtər])

perfected	an	instrument	called	a	MASS	SPECTROMETER	(	to	be	described	later	)
完善	一个	乐器	称为	一个	大量的	光谱仪	(	到	是	描述	之后	)

[dʒʌst] [bɪ'fɔ:r] [wɜ:rld] [wɔ:r] [i:] .

just	before	World	War	II	.
只是	前	世界	战争	二	.

在第二次世界大战前夕，他完善了一种名为质谱仪的仪器（稍后会详细介绍）。

[ðə; ði]['ræpɪd][ˌteknə'lɑ:dʒɪk(ə)l] [əd'vænsɪz] [ʌv; əv][ðə; ði][wɔ:r] ['jɪrz] ['fɑ:loʊd] .

The	rapid	technological	advances	of	the	war	years	followed	.
这	迅速的	技术	进展	的	这	战争	年	随后	.

随后，战争年代出现了快速的技术进步。

[ðə; ði] [mən'hætən] ['prɑ:dʒekt; prə'dʒekt] [[θri:]] [meɪd] [ðə; ði][ə'tɑ:mɪk] [bɑ:mz] [ðæt] ['endɪd] [ðə; ði]

The	Manhattan	Project	[	3	]	made	the	atomic	bombs	that	ended	the
这	曼哈顿	项目	[	3	]	制成	这	原子	炸弹	那	结束	这

['faɪtɪŋ] ;

fighting	;
斗争	;

曼哈顿计划[3]制造了结束战争的原子弹；

[ˌaɪ 'ti:]['ɔ:lsoʊ] [dɪ'veləpt] [nu:] [ˌsaɪən'tɪfɪk] [tek'ni:ks] [ðæt] [kʊd; kəd][bi:; bi] [ə'plaɪd] , [wen] [pi:s]

it	also	developed	new	scientific	techniques	that	could	be	applied	,	when	peace
它	还	发达	新的	科学	技术	那	可以	是	应用	,	什么时候	和平

[rɪ'tɜ:rnd] ,

returned	,
返回	,

它还开发出一些新的科学技术，这些技术可以在和平恢复后得到应用。

[tuː; tə][ðə; ði] ['meʒərmənt] [ʌv; əv][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk][taɪm] .

to	the	measurement	of	geologic	time	.
到	这	测量	的	地质	时间	.

用于地质时间的测量。

[ðə; ði][nekst][ɪm'pɔːrt(ə)nt][æd'væns][wʌz; wəz][kən'trɪbjuːtɪd][ɪn] - [baɪ]['ɑːrθər] [hoʊlmz] [ɪn]['ɪŋgləndˌ]

The	next	important	advance	was	contributed	in	1946	by	Arthur	Holmes	in	England
这	下一个	重要的	进步	曾是	贡献	在	-	经过	亚瑟	福尔摩斯	在	英格兰

[ænd; ənd][baɪ][ef] . [dʒiː] . - [ɪn]['dʒɜːrmənɪ] .

and	by	F	.	G	.	Houtermans	in	Germany	.
和	经过	F	.	G	.	-	在	德国	.

下一个重要的进展是由英国的亚瑟·霍姆斯和德国的F·G·豪特曼斯在1946年做出的。

[iːtʃ] [ʌv; əv] [ðiːz] ['saɪəntɪsts][hæd; həd] [siːn] - [rɪ'pɔːrts] [bɪ'fɔːr] [ðə; ði][wɔːr][ænd; ənd][hæd; həd]

Each	of	these	scientists	had	seen	Nier's	reports	before	the	war	and	had
每个	的	这些	科学家	有	已见	-	报告	前	这	战争	和	有

['riːəlaɪzd] [ðæt] - [mæs] - [spek'trɑːmɪtər] [ə'næləsɪs; 'ænəlaɪzɪz][ʌv; əv] [liːd] [meɪd] [ˌaɪ 'tiː]['pɑːsəb(ə)l] ,

realized	that	Nier's	mass	-	spectrometer	analyses	of	lead	made	it	possible	,
已实现	那	-	大量的	-	光谱仪	分析	的	带领	制成	它	可能的	,

这些科学家在战前都看过尼尔的报告，并且意识到尼尔对铅的质谱分析使得这项研究成为可能。

[fɔːr; fər][ðə; ði][fɜːrst][taɪm] , [tuː; tə] [meɪk] ['ræʃ(ə)nəl][ˌkælkjə'leɪʃənz][ə'baʊt][ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] .

for	the	first	time	,	to	make	rational	calculations	about	the	age	of	the	earth	.
为了	这	第一的	时间	,	到	制作	合理的	计算	关于	这	年龄	的	这	地球	.

首次对地球的年龄进行合理的计算。

[ðə; ði] [tuː] ['saɪəntɪsts] [ˌɪndɪ'pendəntli] ['kælkjuleɪtɪd][ðæt][eɪdʒ][æt; ət][ə'baʊt][ˌtuː'tuː][tuː; tə][θriː] ['bɪljən]

The	two	scientists	independently	calculated	that	age	at	about	2	to	3	billion
这	二	科学家	独立	计算	那	年龄	在	关于	2	到	3	十亿

['jɪrz] ,

years	,
年	,

两位科学家独立计算得出，地球年龄约为20亿至30亿年。

['juːzɪŋ][ðə; ði]['hændfʊl][ʌv; əv]['deɪtə][ə'veɪləb(ə)l][tuː; tə][ðem; ðəm][frʌm; frəm] - ['meʒərmənts] .

using	the	handful	of	data	available	to	them	from	Nier's	measurements	.
使用	这	少数	的	数据	可用的	到	他们	从	-	测量	.

利用他们从尼尔的测量数据中获得的少量数据。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['ɪntrəstɪŋ] [ðæt] [tə'deɪ] , ['θaʊzəndz, 'θaʊzənz][ʌv; əv][ə'næləsɪs; 'ænəlaɪzɪz]['leɪtər] ,

It	is	interesting	that	today	,	thousands	of	analyses	later	,
它	是	有趣的	那	今天	,	数千	的	分析	之后	,

有趣的是，在进行了数千次分析之后，今天，

['aʊər; ɑːr]['plænəts][eɪdʒ]['juːʒuəli; 'juːʒəli][ɪz]['gɪv(ə)n][æz; əz][fɔːr] . [faɪv]['bɪljən] ['jɪrz] .

our	planet's	age	usually	is	given	as	4	.	5	billion	years	.
我们的	行星的	年龄	通常	是	给定	作为	4	.	5	十亿	年	.

我们星球的年龄通常被认为是45亿年。

[ðə; ði] ['ɜːrli] ['estɪməts] [wɜːr; wər][nɑːt][fɑːr][ɔːf] . [θriː]

The	early	estimates	were	not	far	off	.	3
这	早期的	估算	是	不是	远的	离开	.	3

早期的估计与实际情况相差不远。[3]

[dɪ'veləpmənt] [ʌv; əv] ['veriəs] ['meθədz] [fɔːr; fər] ['meʒərɪŋ] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv]['mɪnɚəlz, 'mɪnrəlz]

Development	of	various	methods	for	measuring	the	age	of	minerals
发展	的	各种各样的	方法	为了	测量	这	年龄	的	矿物

['fɑːloʊd] ['ræpɪdli] ,

followed	rapidly	,
随后	快速	,

随后，各种测量矿物年龄的方法迅速发展起来。

[ænd; ənd][baɪ] - ['meni] [ˌfʌndə'ment(ə)l] ['stʌdiz] ['niːdɪd] [fɔːr; fər] ['meʒərɪŋ] [ðə; ðɪ][eɪdʒ][ʌv; əv] ['veri]

and	by	1955	many	fundamental	studies	needed	for	measuring	the	age	of	very
和	经过	-	许多	基本的	研究	需要	为了	测量	这	年龄	的	非常

[oʊld] ['sʌbstənsiz] [wɜːr; wər] [kəm'pliːt] .

old	substances	were	complete	.
老的	物质	是	完全的	.

到 1955 年，测量古老物质年龄所需的许多基础研究已经完成。

[ðə; ðɪ]['beɪsɪk] [tek'niːks] [ɑːr; ər] ['sʌməraizd] [ɪn] ['teɪbl] [aɪ] . [ðeɪ] [wɪl] [biː; bi] [ɪk'spleɪnd] ['leɪtər] .

The	basic	techniques	are	summarized	in	Table	I	.	They	will	be	explained	later	.
这	基本的	技术	是	总结	在	桌子	我	.	他们	将要	是	解释	之后	.

基本技术总结于表一中，稍后将进行解释。

[ðə; ðɪ] [nuː] ['meθədz] [prə'duːst] [brɔːd] [ˌkɑːnfər'meɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ðɪ] ['ɜːrli] [rʌf] ['estimәts] [ænd; ənd]

The	new	methods	produced	broad	confirmation	of	the	early	rough	estimates	and
这	新的	方法	生产	广阔	确认	的	这	早期的	粗糙的	估算	和

[ðeɪ] ['ɔːlsoʊ] [brɔːt] [ə; eɪ] [fjuː] [sə'praiziz] .

they	also	brought	a	few	surprises	.
他们	还	带来	一个	很少	惊喜	.

新方法基本证实了早期的粗略估计，同时也带来了一些意想不到的结果。

[bɪ'fɔːr] [wiː; wi][goʊ]['ɪntuː] [ðiːz] [dis'kʌvəriz] , [let][ˌjuː 'es] [lʊk] [æt; ət][sʌm; səm][ˌθiːə'retɪk(ə)l]

Before	we	go	into	these	discoveries	,	let	us	look	at	some	theoretical
前	我们	去	进入	这些	发现	,	让	我们	看	在	一些	理论

[faʊn'deɪʃnz] .

foundations	.
基础	.

在深入探讨这些发现之前，让我们先来看一些理论基础。

['teɪbl] [aɪ]['beɪsɪk] ['meʒərmənt] ['meθədz]

Table	I	BASIC	MEASUREMENT	METHODS
桌子	我	基本的	测量	方法

表一 基本测量方法

['meθəd] [mə'tɪriəl] [taɪm] ['deɪtɪd]['juːsf(ə)l] [taɪm] [spæn] (['jɪrz])

Method	Material	Time	Dated	Useful	Time	Span	(	years	)
方法	材料	时间	日期	有用	时间	跨度	(	年	)

方法 材料 时间 日期 有效时间跨度（年）

['kɑːrbən] - - [wʊd] , [piːt] , ['tʃɑːrkoʊl] [wen] [plænt][daɪd] - - - , -

Carbon	-	14	Wood	,	peat	,	charcoal	When	plant	died	1000	-	50	,	000
碳	-	-	木头	,	泥炭	,	木炭	什么时候	植物	死亡	-	-	-	,	-

碳-14 木材、泥炭、木炭 当植物死亡时 1000-50000

[boʊn] , [ʃel] ['slaɪtli] [bɪ'fɔːr] ['ænɪm(ə)l][daɪd] - - - , -

Bone	,	shell	Slightly	before	animal	died	2000	-	35	,	000
骨	,	壳	轻微地	前	动物	死亡	-	-	-	,	-

骨骼、贝壳，略早于动物死亡时间（2000-35000年）

[pə'tæsiəm] - ['ɑːrgɑːn]['maɪkə] , [sʌm; səm] [hoʊl] ['rɑːks] [wen] [rɑːk] [læst] [kuːld] [tuː; tə][ə'baʊt] 300°C

Potassium	-	argon	Mica	,	some	whole	rocks	When	rock	last	cooled	to	about	300°C
钾	-	氩气	云母	,	一些	所有的	岩石	什么时候	岩石	最后的	冷却	到	关于	300°C

- , - [ænd; ənd][ʌp]

100	,	000	and	up
-	,	-	和	向上

钾氩云母，部分完整岩石，岩石最后一次冷却至约300°C时，100,000及以上

['hɔːrnˌblend] ['sænɪdin] [wen] [rɑːk] [læst] [kuːld] [tuː; tə][ə'baʊt] 500°C - , - , - [ænd; ənd][ʌp]

Hornblende	Sanidine	When	rock	last	cooled	to	about	500°C	10	,	000	,	000	and	up
角闪石	透定	什么时候	岩石	最后的	冷却	到	关于	500°C	-	,	-	,	-	和	向上

角闪石透长石 当岩石最后一次冷却至约 500°C 时，其年代为 10,000,000 年前及以后。

[ruːˈbɪdiəm] - [ˈstrɑːntiəm,ˈstrɑːnʃiəm][ˈmaɪkə] [wen] [rɑːk] [læst] [kuːld] [tuː; tə][əˈbaʊt] 300°C [faɪv] , - ,
Rubidium - strontium Mica When rock last cooled to about 300°C 5 , 000 ,
铷 - 锶 云母 什么时候 岩石 最后的 冷却 到 关于 300°C 5 , - ,
- [ænd; ənd][ʌp]
000 and up
- 和 向上

铷锶云母，岩石上次冷却至约300°C时，距今已有500万年以上的历史。

[ˈpɑːtæʃ] [ˈfeldspɑːr] [wen] [rɑːk] [læst] [kuːld] [tuː; tə][əˈbaʊt] 500°C - , - , - [ænd; ənd][ʌp]
Potash feldspar When rock last cooled to about 500°C 50 , 000 , 000 and up
钾肥 长石 什么时候 岩石 最后的 冷却 到 关于 500°C - , - , - 和 向上

钾长石 当岩石最后一次冷却至约 500°C 时，其形成年代为 50,000,000 年至 50,000,000 年。

[hoʊl] [rɑːk] [taɪm] [ʌv; əv] [ˌsepəˈreɪʃn] [ʌv; əv][ðə; ði] [rɑːk] [æz; əz][ə; eɪ] [kloʊzd] [ˈjuːnɪt] - , - , -
Whole rock Time of separation of the rock as a closed unit 100 , 000 , 000
所有的 岩石 时间 的 分离 的 这 岩石 作为 一个 关闭 单元 - , - , -
[ænd; ənd][ʌp]
and up
和 向上

整块岩石 岩石作为一个封闭单元分离的时间 100,000,000 及以上

[juˈreɪniəm] - [liːd] [ˈzɜːrˌkɑːn] [wen] [ˈkrɪstl] [fɔːrmd] - , - , - [ænd; ənd][ʌp]
Uranium - lead Zircon When crystals formed 200 , 000 , 000 and up
铀 - 带领 锆石 什么时候 晶体 形成 - , - , - 和 向上

铀铅锆石晶体形成于2亿年前及以后

[juˈreɪniəm] - - [ˈfɪʒ(ə)n] [ˈmeni] [wen] [rɑːk] [læst] [kuːld] - - [wʌn] , - , - , - ([diˈpendiŋ]
Uranium - 238 fission Many When rock last cooled 100 - 1 , 000 , 000 , 000 (Depending
铀 - - 裂变 许多 什么时候 岩石 最后的 冷却 - - 1 , - , - , - (取决于
[ɑːn] [məˈtɪriəl]) [fɔːr]
on material) 4
在 材料) 4

铀-238裂变 许多 当岩石上次冷却时 100-1,000,000,000（取决于材料）4

[taɪm] [skeɪl] [ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] , [drɔːn] [tuː; tə] [skeɪl] .
Time scale of the Earth , drawn to scale .
时间 规模 的 这 地球 , 绘制 到 规模 .

地球时间尺度，按比例绘制。

[siː] [ˈɔːlsoʊ][ðə; ði] [hoʊlmz] [taɪm] [skeɪl] [ɑːn][peɪdʒ] - .
See also the Holmes time scale on page 46 .
看 还 这 福尔摩斯 时间 规模 在 页 - .

另请参阅第 46 页的福尔摩斯时间线。

[ɪˈvent] [ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪk] [taɪm] [ˈpɪriəd] [ˈɪrə]
Event Geologic Time Period Era
事件 地质 时间 时期 时代

事件地质时期

[mæn] [əˈpɪrz] [[fɔːr]] ([ˌtuːˈtuː] [ˈmɪljən] [ˈjɪrz] [əˈgoʊ])
Man appears [4] (2 million years ago)
男人 出现 [4] (2 百万 年 前)

人类出现[4]（200万年前）

[kwəˈtɜːrnəri] [ˌsiːnəˈzəuik]
Quaternary CENOZOIC
第四纪 新生代

第四纪新生代

[ˈtɜːrʃieriˌˈtɜːrʃəri]
Tertiary
第三

第三

[ɪk'stɪŋkʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ði]['daɪnəsɔ:rz] (- ['mɪljən] ['jɪrz] [ə'goʊ])

Extinction	**of**	**the**	**dinosaurs**	**(**	**70**	**million**	**years**	**ago**	**)**
灭绝	的	这	恐龙	(	-	百万	年	前	)

恐龙灭绝（7000万年前）

[krɪ'teɪʃəs] [ˌmezo'zoɪk]

Cretaceous	**MESOZOIC**
白垩纪	中生代

白垩纪 中生代

['mæm(ə)lz] [ə'pɪr] (- ['mɪljən] ['jɪrz] [ə'goʊ])

Mammals	**appear**	**(**	**130**	**million**	**years**	**ago**	**)**
哺乳动物	出现	(	-	百万	年	前	)

哺乳动物出现（1.3亿年前）

[dʒʊ'ræsɪk]

Jurassic

侏罗纪

侏罗纪

[traɪ'æsɪk]

Triassic

三叠纪

三叠纪

['oʊldɪst] [noʊn] ['reptaɪlz] (- ['mɪljən] ['jɪrz] [ə'goʊ])

Oldest	**known**	**reptiles**	**(**	**300**	**million**	**years**	**ago**	**)**
最老	已知	爬行动物	(	-	百万	年	前	)

已知最古老的爬行动物（3亿年前）

['pɜ:rmiən][ˌpæli:əu'zəuik; -ˌpei-]

Permian	**PALEOZOIC**
二叠纪	古生代

二叠纪古生代

[ˌpensil'veiniən]

Pennsylvanian

宾夕法尼亚人

宾夕法尼亚人

[ˌmisi'sipiən]

Mississippian

密西西比人

密西西比人

[dɪ'voʊnɪən]

Devonian

泥盆纪

泥盆纪

[saɪ'lʊriən]

Silurian

志留纪

志留纪

[ˌɔ:rdə'vɪʃən]

Ordovician

奥陶纪

奥陶纪

['kæmbriən]

Cambrian

寒武纪

寒武纪

[fɜːrst] [əˈbʌndənt] [laɪf] [ɪn] [ðə; ðɪ] [siː] (['ænɪmlz] [wɪˈðaʊt] ['bækboʊn]) (- ['mɪljən] ['jɪrz] [əˈgoʊ])

First	abundant	life	in	the	sea	(	animals	without	backbones	)	(	550	million	years	ago	)
第一的	丰富	生活	在	这	海	(	动物	没有	主干	)	(	-	百万	年	前	)

海洋中最早的丰富生命（无脊椎动物）（5.5亿年前）

['ældʒiː] [ænd; ənd] ['ʌðər] [ˌmaɪkroʊˈɔrgəˌnɪzəmz] ([wʌn] , - ['mɪljən] ['jɪrz] [əˈgoʊ])

Algae	and	other	microorganisms	(	1	,	900	million	years	ago	)
藻类	和	其他	微生物	(	1	,	-	百万	年	前	)

藻类和其他微生物（19亿年前）

[ˌprɔtərəˈzəuik; ˌprəu-] [priːˈkæmbriən]

Proterozoic	PRECAMBRIAN
元古代	前寒武纪

元古代 前寒武纪

[ɑːrˈkiːən]

Archean
太古宙

太古宙

['oʊldɪst] ['rɑːks] [ɪn] [nɔːrθ] [əˈmerɪkə] ([ˌtuːˈtuː] , - ['mɪljən] ['jɪrz] [əˈgoʊ])

Oldest	rocks	in	North	America	(	2	,	800	million	years	ago	)
最老	岩石	在	北	美国	(	2	,	-	百万	年	前	)

北美洲最古老的岩石（28亿年前）

[fɜːrst] [hɪnt] [ʌv; əv] [laɪf] ([bækˈtɪriə] ?) ([θriː] , - ['mɪljən] ['jɪrz] [əˈgoʊ])

First	hint	of	life	(	bacteria	?	)	(	3	,	100	million	years	ago	)
第一的	暗示	的	生活	(	细菌	?	)	(	3	,	-	百万	年	前	)

生命的最初迹象（细菌？）（31亿年前）

['oʊldɪst] ['rɑːks] ([θriː] , - ['mɪljən] [ˈjɪrz] [oʊld])

Oldest	rocks	(	3	,	300	million	years	old	)
最老	岩石	(	3	,	-	百万	年	老的	)

最古老的岩石（距今33亿年）

[fɔːrˈmeɪʃ(ə)n] [ʌv; əv] ['ɜːθs] [kɔːr] ([fɔːr] , - ['mɪljən] ['jɪrz] [əˈgoʊ]) [faɪv]

Formation	of	Earth's	core	(	4	,	500	million	years	ago	)	5
形成	的	地球的	核	(	4	,	-	百万	年	前	)	5

地球核心的形成（45亿年前）[5]

['θiːəri] [ʌv; əv] ['nuːkliər] [eɪdʒ] [dɪˌtɜːrmɪˈneɪʃ(ə)n]

THEORY	OF	NUCLEAR	AGE	DETERMINATION
理论	的	核	年龄	决心

核年龄测定理论

[wiː; wi] [kæn; kən] [θɪŋk] [ʌv; əv] [ðə; ðɪ] ['nuːkliəs] [ʌv; əv] [æn; ən] ['ætəm] [æz; əz] [ə; eɪ] [sɔːrt] [ʌv; əv] [drɑːp] — [ə; eɪ]

We	can	think	of	the	nucleus	of	an	atom	as	a	sort	of	drop	—	a
我们	能	思考	的	这	核	的	一个	原子	作为	一个	种类	的	降低	—	一个

[bʌntʃ] [ʌv; əv] ['njuːtrɔnz] [ænd; ənd] ['prəʊˌtɔnz] [held] [təˈgeðər] [baɪ] ['veri] [strɔːŋ] [ʃɔːrt] - [reɪndʒ] ['fɔːrsɪz]

bunch	of	NEUTRONS	and	PROTONS	held	together	by	very	strong	short	-	range	forces
束	的	中子	和	质子	握住	一起	经过	非常	强的	短的	-	范围	力量

.

:

.

我们可以将原子核想象成一个液滴——由非常强的短程力结合在一起的大量中子和质子。

[ðiːz] [ˌelɪˈmentri] ['pɑːrtɪk(ə)lz] [wɪˈðɪn] [ə; eɪ] ['nuːkliəs] [ɑːr; ər] [nɑːt] [əˈreɪndʒd] [ɪn] ['eni] [fɪkst] [ɔːr] ['rɪdʒɪd]

These	elementary	particles	within	a	nucleus	are	not	arranged	in	any	fixed	or	rigid
这些	初级	颗粒	之内	一个	核	是	不是	安排	在	任何	固定的	或者	死板的

[əˈreɪ] ,

array	,
大批	,

原子核内的这些基本粒子并非以任何固定或刚性的排列方式存在。

[bʌt; bət][ɑːr; ər] [friː] [tuː; tə] [muːv] [əˈbaʊt] [wɪˈðɪn] [ðə; ði][grɪp][ʌv; əv] [ðiːz] [ˈfɔːrsɪz] .

but	are	free	to	move	about	within	the	grip	of	these	forces	.
但	是	自由的	到	移动	关于	之内	这	紧握	的	这些	力量	.

但他们可以在这些力量的控制下自由行动。

[ðiːz] [ˈməuʃənz] [meɪ] [biː; bi][kwaɪt][ˈvaɪələnt] , [bʌt; bət][fɔːr; fər][moʊst] [ˈnjuːˌklaɪd] [faʊnd] [ɪn] [ˈneɪtʃər] ,

These	motions	may	be	quite	violent	,	but	for	most	NUCLIDES	found	in	nature	,
这些	运动	可能	是	相当	暴力	,	但	为了	最多	核素	成立	在	自然	,

这些运动可能相当剧烈，但对于自然界中发现的大多数核素而言，

[ðə; ði] [ˈnuːkliər] [ˈfɔːrsɪz] [ɑːr; ər][ˈpaʊərf(ə)l] [ɪˈnʌf] [tuː; tə] [kiːp] [ˈevriθɪŋ] [kənˈfaɪnd] ;

the	nuclear	forces	are	powerful	enough	to	keep	everything	confined	;
这	核	力量	是	强大的	足够的	到	保持	一切	受限	;

核力量强大到足以将一切都限制在一定范围内；

[ðʌs] [ðə; ði][ˈnuːkliaɪ][ʌv; əv] [ðiːz] [ˈætəmz][hoʊld] [təˈgeðər] , [ænd; ənd][ɑːr; ər] [sed] [tuː; tə][biː; bi][ˈsteɪb(ə)l]

thus	the	nuclei	of	these	atoms	hold	together	,	and	are	said	to	be	stable
因此	这	细胞核	的	这些	原子	抓住	一起	,	和	是	说	到	是	稳定的

.

:

.

因此，这些原子的原子核结合在一起，被称为稳定原子核。

[ɪf] [ˈeni] [wʌn] [ˈnuːkliəs] [ʌv; əv][ə; eɪ][ˈgɪv(ə)n] [ˈaɪsətoʊp] [ɪz][ˈsteɪb(ə)l] , [ðen] [ɔːl] [ˈʌðər] [ɑːr; ər][ˈɔːlsoʊ][ˈsteɪb(ə)l]

If	any	one	nucleus	of	a	given	ISOTOPE	is	stable	,	then	all	others	are	also	stable
如果	任何	一	核	的	一个	给定	同位素	是	稳定的	,	然后	全部	其他的	是	还	稳定的

,

,

,

如果某个同位素的任何一个原子核是稳定的，那么所有其他原子核也都是稳定的。

[bɪˈkəz, bɪˈkɔːz] [wʌt] [ɪz] [truː] [fɔːr; fər][wʌn][ˈætəm][ʌv; əv][ə; eɪ][ˈgɪv(ə)n][kaɪnd][ɪz] [truː] [fɔːr; fər][ɔːl] [ˈʌðər]

because	what	is	true	for	one	atom	of	a	given	kind	is	true	for	all	others
因为	什么	是	真的	为了	一	原子	的	一个	给定	种类	是	真的	为了	全部	其他的

[ʌv; əv][ðə; ði] [seɪm] [kaɪnd] . [[faɪv]]

of	the	same	kind	.	[	5	]
的	这	相同的	种类	.	[	5	]

因为对于某一种类的原子而言成立的规律，对于该种类的其他原子也同样成立。[5]

[sʌm; səm][ˈnjuːˌklaɪd] , [bəuθ][mæn] - [meɪd] [ænd; ənd][ˈnætʃ(ə)rəl] , [ɑːr; ər][ʌnˈsteɪb(ə)l] , [haʊˈevər] .

Some	nuclides	,	both	man	-	made	and	natural	,	are	unstable	,	however	.
一些	核素	,	两个都	男人	-	制成	和	自然的	,	是	不稳定	,	然而	.

然而，有些核素，无论是人造的还是天然的，都是不稳定的。

[ðer; ðər][ˈnuːkliaɪ][ɑːr; ər][ɪn] [sʌtʃ] [ˈvaɪələnt][ˈtɜːrmɔɪl] [ðæt] [ðə; ði][ˈnuːkliər] [ˈfɔːrsɪz] [ˈkænɑːt] [ˈɔːlweɪz] [hoʊld]

Their	nuclei	are	in	such	violent	turmoil	that	the	nuclear	forces	cannot	always	hold
他们的	细胞核	是	在	这样的	暴力	动荡	那	这	核	力量	不能	总是	抓住

[ðem; ðəm] [təˈgeðər] ,

them	together	,
他们	一起	,

它们的原子核处于剧烈的动荡之中，以至于核力有时无法将它们维系在一起。

[ænd; ənd] [ˈveriəs] [ˈbɪts][ænd; ənd] [ˈpiːsɪz] [flaɪ][ɔːf] .

and	various	bits	and	pieces	fly	off	.
和	各种各样的	比特	和	件	飞	离开	.

各种零碎物件飞了出去。

[ɪf] [wiː; wi][wɜːr; wər][tuː; tə][traɪ][tuː; tə] [prɪ'dɪkt] [wen] [wʌn][pər'tɪkjələr][ʌn'steɪb(ə)l]['nuːkliəs] [wʊd] [ðʌs]

If	we	were	to	try	to	predict	when	one	particular	unstable	nucleus	would	thus
如果	我们	是	到	尝试	到	预测	什么时候	一	特别的	不稳定	核	会	因此

[dɪs'ɪntɪgreɪt] ,

disintegrate	,
瓦解	,

如果我们试图预测某个特定的不稳定原子核何时会解体，

[haʊ'evər] , [wiː; wi][kʊd; kəd][nɑːt] [sək'siːd] ,

however	,	we	could	not	succeed	,
然而	,	我们	可以	不是	成功	,

然而，我们未能成功。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔːz][ðə; ði]['ɪnstənt] ['eni] [spə'sɪfɪk] [dɪ'keɪ] ([ɔːr] [dɪsˌɪntɪ'greɪʃ(ə)n]) [ɪ'vent] [wɪl] [ə'kɜːr] [ɪz][ə; eɪ]

because	the	instant	any	specific	decay	(	or	disintegration	)	event	will	occur	is	a
因为	这	立即的	任何	具体的	衰变	(	或者	解体	)	事件	将要	发生	是	一个

['mætər] [ʌv; əv] [tʃæns] .

matter	of	chance	.
事情	的	机会	.

因为任何特定的衰变（或解体）事件发生的时刻都是偶然的。

['oʊnli] [ɪf] [ə; eɪ][lɑːrdʒ] ['nʌmbər] [ʌv; əv][ʌn'steɪb(ə)l]['nuːkliaɪ][ʌv; əv][wʌn][kaɪnd][ɑːr; ər] [kə'lektɪd] [tə'geðər]

Only	if	a	large	number	of	unstable	nuclei	of	one	kind	are	collected	together
仅有的	如果	一个	大的	数字	的	不稳定	细胞核	的	一	种类	是	集	一起

[kæn; kən][wiː; wi] [seɪ] [wɪð; wɪθ]['sɜːrt(ə)nti] [ðæt] ,

can	we	say	with	certainty	that	,
能	我们	说	和	肯定	那	,

只有当大量同一种不稳定原子核聚集在一起时，我们才能确定地说：

[aʊt] [ʌv; əv] [ðæt] ['nʌmbər] , [ə; eɪ]['sɜːrt(ə)n][prə'pɔːrʃ(ə)n] [wɪl] [dɪ'keɪ] [ɪn][ə; eɪ]['gɪv(ə)n][taɪm] .

out	of	that	number	,	a	certain	proportion	will	decay	in	a	given	time	.
出去	的	那	数字	,	一个	肯定	部分	将要	衰变	在	一个	给定	时间	.

在给定的时间内，其中一定比例会衰减。

[ˌaɪ 'tiː][tɜːrnz] [aʊt] [ðæt] [ðɪs] [prə'pɔːrʃ(ə)n][ɪz][ðə; ði] [seɪm] [rɪ'gɑːrdləs] [ʌv; əv] ['eni] [ɪk'stɜːrn(ə)l][kən'dɪʃ(ə)nz] .

It	turns	out	that	this	proportion	is	the	same	regardless	of	any	external	conditions	.
它	转弯	出去	那	这	部分	是	这	相同的	不管	的	任何	外部的	状况	.

结果表明，无论外部条件如何，这个比例都保持不变。

[ðɪs] ['prɑːpərti] [ʌv; əv]['nuːkliaɪ][tuː; tə] [dɪ'keɪ] [baɪ] [ðəm'selvz] [ɪz] [kɔːld] [ˌreɪdioʊæk'tɪvəti] .

This	property	of	nuclei	to	decay	by	themselves	is	called	radioactivity	.
这	财产	的	细胞核	到	衰变	经过	他们自己	是	称为	放射性	.

原子核能够自行衰变的这种特性称为放射性。

[ˌreɪdioʊ'æktɪv]['nuːkliaɪ] [dɪ'keɪ] [æt; ət]['kɑːnstənt] [reɪts] [rɪ'gɑːrdləs] [ʌv; əv]['temprətʃər; 'temprətʃʊr] , ['preʃər]

Radioactive	nuclei	decay	at	constant	rates	regardless	of	temperature	,	pressure
放射性	细胞核	衰变	在	持续的	利率	不管	的	温度	,	压力

, ['kemɪk(ə)l] [ˌkɑːmbɪ'neɪʃ(ə)n] , [ɔːr] ['fɪzɪk(ə)l] [steɪt] .

,	chemical	combination	,	or	physical	state	.
,	化学	组合	,	或者	身体的	状态	.

放射性原子核的衰变速率恒定，不受温度、压力、化学组合或物理状态的影响。

[ðə; ði] ['prɑːses] [goʊz][ɑːn][noʊ] ['mætər] [wʌt] ['hæpənz] [tuː; tə][ðə; ði]['ætəm] .

The	process	goes	on	no	matter	what	happens	to	the	atom	.
这	过程	去	在	不	事情	什么	发生	到	这	原子	.

无论原子发生什么变化，这个过程都会继续进行。

[ɪn] ['ʌðər] [wɜːrdz] ,

In	other	words	,
在	其他	字	,

换句话说，

[ðə; ði][æk'tɪvəti][ˌɪn'saɪd][ðə; ði]['nuːkliəs][ɪz][ɪn][noʊ] [weɪ] [ə'fektɪd] [baɪ] [wʌt] ['hæpənz] [tuː; tə][ðə; ði]

the	activity	inside	the	nucleus	is	in	no	way	affected	by	what	happens	to	the
这	活动	里面	这	核	是	在	不	方式	做作的	经过	什么	发生	到	这

[e'lektrɒnz] ['sɜːrklɪŋ] [ə'raʊnd][ˌaɪ 'tiː] .

ELECTRONS	circling	around	it	.
电子	盘旋	大约	它	.

原子核内部的活动丝毫不受围绕原子核旋转的电子的活动的影响。

(['oʊnli][ɪn]['veri]['speʃ(ə)l]['keɪsɪz][kæn; kən][ˌaʊt'saɪd] [dis'tə:bənsiz] [ə'fekt] [ðə; ði][ˌreɪdioʊæk'tɪvəti][ʌv; əv]

(	Only	in	very	special	cases	can	outside	disturbances	affect	the	radioactivity	of
(	仅有的	在	非常	特别的	案例	能	外部	干扰	影响	这	放射性	的

[ə; eɪ]['nuːkliəs][ænd; ənd] [ðen] ['oʊnli] ['slaɪtli] .

a	nucleus	and	then	only	slightly	.
一个	核	和	然后	仅有的	轻微地	.

（只有在非常特殊的情况下，外部干扰才会影响原子核的放射性，而且影响也很小。）

[fɔːr; fər][ɔːl]['præktɪk(ə)l]['pɝːpəsəz, 'pɝːpəsɪz] , [reɪts] [ʌv; əv][ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɑːr; ər]['kɑːnstənt] .) [sɪks]

For	all	practical	purposes	,	rates	of	radioactive	decay	are	constant	.	)	6
为了	全部	实际的	目的	,	利率	的	放射性	衰变	是	持续的	.	)	6

实际上，放射性衰变速率是恒定的。）6

[moʊst][ˌreɪdioʊ'æktɪv]['njuːˌklaɪd][hæv; həv]['ræpɪd] [reɪts] [ʌv; əv] [dɪ'keɪ] ([ænd; ənd] [luːz] [ðer; ðər]

Most	radioactive	nuclides	have	rapid	rates	of	decay	(	and	lose	their
最多	放射性	核素	有	迅速的	利率	的	衰变	(	和	失去	他们的

[ˌreɪdioʊæk'tɪvəti][ɪn][ə; eɪ] [fjuː] [deɪz] ,

radioactivity	in	a	few	days	,
放射性	在	一个	很少	天	,

大多数放射性核素衰变速度很快（几天内就会失去放射性），

[ɔːr][ə; eɪ] [fjuː] ['jɪrz] , [æt; ət][moʊst]) ;

or	a	few	years	,	at	most	)	;
或者	一个	很少	年	,	在	最多	)	;

或者最多几年）;

[moʊst][ʌv; əv] [ðiːz] [ɑːr; ər] [noʊn] [tə'deɪ]['oʊnli][bɪ'kəz, bɪ'kɔːz] [ðeɪ] [ɑːr; ər] [prə'duːst] [ˌɑːrtɪ'fɪʃəli] .

most	of	these	are	known	today	only	because	they	are	produced	artificially	.
最多	的	这些	是	已知	今天	仅有的	因为	他们	是	生产	人为地	.

如今人们之所以了解这些物质，大多是因为它们是人工合成的。

[sʌm; səm][ʌv; əv][ðem; ðəm] [meɪ] [hæv; həv] [bɪn] ['prez(ə)nt][æt; ət][ðə; ði][taɪm][ðə; ði]['soʊlər] ['sɪstəm]

Some	of	them	may	have	been	present	at	the	time	the	solar	system
一些	的	他们	可能	有	到过	展示	在	这	时间	这	太阳的	系统

[wʌz; wəz] [fɔːrmd] ,

was	formed	,
曾是	形成	,

有些生物可能在太阳系形成之时就已经存在了。

[bʌt; bət] [ðeɪ] [hæv; həv] [sɪns] [dɪ'keɪd] [tuː; tə] [sʌtʃ] [ˌɪnsɪg'nɪfɪkənt] [f'rækʃnz] [ʌv; əv][ðer; ðər][ə'rɪdʒən(ə)l]

but	they	have	since	decayed	to	such	insignificant	fractions	of	their	original
但	他们	有	自从	腐烂的	到	这样的	微不足道	分数	的	他们的	原来的

[ə'maʊnts] [ðæt] [ðeɪ] [kæn; kən][noʊ][lɔːŋgər][biː; bi] [dɪ'tektɪd] .

amounts	that	they	can	no	longer	be	detected	.
金额	那	他们	能	不	更长	是	检测到	.

但它们的数量已经衰减到原来的极小一部分，以至于无法再检测到。

['oʊnli][ə; eɪ] [fjuː] [ˌreɪdioʊ'æktɪv]['njuːˌklaɪd] [dɪ'keɪ] ['sloʊli] [ɪ'nʌf] [tuː; tə][hæv; həv] [bɪn] [prɪ'zɜːrv] [tuː; tə]

Only	a	few	radioactive	nuclides	decay	slowly	enough	to	have	been	preserved	to
仅有的	一个	很少	放射性	核素	衰变	缓慢地	足够的	到	有	到过	保存完好	到

[ðɪs] [deɪ] ,

this	day	,
这	天	,

只有少数放射性核素衰变速度足够慢，才能保存至今。

[ænd; ənd][soʊ][ɑːr; ər]['prez(ə)nt][ɪn]['neɪtʃər] .

and	so	are	present	in	nature	.
和	所以	是	展示	在	自然	.

因此它们存在于自然界中。

[ðeɪ] [ɑːr; ər]['lɪstɪd] [ɪn]['teɪbl] [iː] .

They	are	listed	in	Table	II	.
他们	是	列出	在	桌子	二	.

它们列于表二中。

['teɪbl] [iː] [ˌreɪdioʊ'æktɪv] ['njuːˌklaɪd]

Table	II	RADIOACTIVE	NUCLIDES
桌子	二	放射性	核素

表二 放射性核素

[wɪð; wɪθ] [hæf] - [laɪvz; lɪvz] [lɑːrdʒ] [ɪ'nʌf] [tuː; tə][biː; bi] [stɪl] ['prez(ə)nt] [ɪn] ['juːsf(ə)l] [ə'maʊnts] [ɑːn]

WITH	HALF	-	LIVES	LARGE	ENOUGH	TO	BE	STILL	PRESENT	IN	USEFUL	AMOUNTS	ON
和	一半	-	生活	大的	足够的	到	是	仍然	展示	在	有用	金额	在

[ðə; ði] [ɜːrθ] [[sɪks]]

THE	EARTH	[	6	]
这	地球	[	6	]

半衰期足够长，以至于在地球上仍能以有用的数量存在[6]

['perənt] ['elɪmənt] ['dɔːtər] ['prɑːdʌkt] [hæf] - [laɪf] (['jɪrz]) [taɪp] [ʌv; əv] [dɪ'keɪ]

PARENT	Element	DAUGHTER	Product	HALF	-	LIFE	(	years	)	Type	of	Decay
父母	元素	女儿	产品	一半	-	生活	(	年	)	类型	的	衰变

母元素 子元素 产物 半衰期（年） 衰变类型

[pə'tæsiəm] - - ['ɑːrgɑːn] - - [wʌn] . [θriː] × - (['toʊt(ə)l]) [ɪ'lektrɑːn] ['kæptʃər]

Potassium	-	40	Argon	-	40	1	.	3	×	10^9	(	total	)	ELECTRON	CAPTURE
钾	-	-	氩气	-	-	1	.	3	×	-	(	全部的	)	电子	捕获

钾-40 氩-40 1.3×10^9（总计）电子俘获

['kælsiəm] - - ['beɪtə] [dɪ'keɪ]

Calcium	-	40	BETA	DECAY
钙	-	-	测试版	衰变

钙-40β衰变

[və'neɪdiəm] - - [tɪ'teɪniəm; taɪ'teɪniəm] - - ~6 × - (['toʊt(ə)l]) [ɪ'lektrɑːn] ['kæptʃər]

Vanadium	-	50	Titanium	-	50	~6	×	10^{15}	(	total	)	Electron	capture
钒	-	-	钛	-	-	~6	×	-	(	全部的	)	电子	捕获

钒-50 钛-50 ~6 × 10^{15}（总计）电子俘获

['kroʊmiəm] - - ['beɪtə] [dɪ'keɪ]

Chromium	-	50	Beta	decay
铬	-	-	Beta	衰变

铬-50β衰变

[ruː'bɪdiəm] - - ['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm] - - [fɔːr] . ['sɛvən] × - ['beɪtə] [dɪ'keɪ]

Rubidium	-	87	Strontium	-	87	4	.	7	×	10^{10}	Beta	decay
铷	-	-	锶	-	-	4	.	7	×	-	Beta	衰变

铷-87 锶-87 4.7×10^{10} β衰变

['ɪndiəm] - - [tɪn] - - [faɪv] × -

Indium	-	115	Tin	-	115	5	×	10^{14}
铟	-	-	锡	-	-	5	×	-

铟-115 锡-115 5×10^{14}

['beɪtə] [dɪ'keɪ]

Beta	decay
Beta	衰变

β衰变

[teˈlʊriəm] - - [ˈæntɪmoʊni] - - [wʌn] . [ˌtuːˈtuː] × - [ɪˈlektrɑːn] [ˈkæptʃər]
Tellurium - 123 Antimony - 123 1 . 2 × 10^{13} Electron capture
碲 - - 锑 - - 1 . 2 × - 电子 捕获

碲-123 锑-123 1.2 × 10^{13} 电子俘获

[ˈlænθənəm] - - [ˈberiəm] - - [wʌn] . [wʌn] × - ([ˈtoʊt(ə)l]) [ɪˈlektrɑːn] [ˈkæptʃər]
Lanthanum - 138 Barium - 138 1 . 1 × 10^{11} (total) Electron capture
镧 - - 钡 - - 1 . 1 × - (全部的) 电子 捕获

镧-138 钡-138 1.1 × 10^{11}（总计）电子俘获

[ˈsɪriəm] - - [ˈbeɪtə] [dɪˈkeɪ]
Cerium - 138 Beta decay
铈 - - Beta 衰变

铈-138β衰变

[ˈsɪriəm] - - [ˈberiəm] - - [faɪv] × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Cerium - 142 Barium - 138 5 × 10^{15} ALPHA DECAY
铈 - - 钡 - - 5 × - 阿尔法 衰变

铈-142 钡-138 5 × 10^{15} α衰变

[ˌniːoʊˈdɪmiəm] - - [ˈsɪriəm] - - [ˌtuːˈtuː] . [fɔːr] × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Neodymium - 144 Cerium - 140 2 . 4 × 10^{15} Alpha decay
钕 - - 铈 - - 2 . 4 × - 阿尔法 衰变

钕-144 铈-140 2.4 × 10^{15} α衰变

[səˈmeriəm] - - [ˌniːoʊˈdɪmiəm] - - [wʌn] . - × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Samarium - 147 Neodymium - 143 1 . 06 × 10^{11} Alpha decay
钐 - - 钕 - - 1 . - × - 阿尔法 衰变

钐-147 钕-143 1.06 × 10^{11} α衰变

[səˈmeriəm] - - [ˌniːoʊˈdɪmiəm] - - [wʌn] . [ˌtuːˈtuː] × - [ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Samarium - 148 Neodymium - 144 1 . 2 × 10^{13} Alpha decay
钐 - - 钕 - - 1 . 2 × - 阿尔法 衰变

钐-148 钕-144 1.2 × 10^{13} α衰变

[səˈmeriəm] - - [ˌniːoʊˈdɪmiəm] - - ~4 × - ?
Samarium - 149 Neodymium - 145 ~4 × 10^{14} ?
钐 - - 钕 - - ~4 × - ?

钐-149 钕-145 ~4 × 10^{14}?

[ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Alpha decay
阿尔法 衰变

α衰变

[ˌgædəˈlɪniəm] - - [səˈmeriəm] - - [wʌn] . [wʌn] × -
Gadolinium - 152 Samarium - 148 1 . 1 × 10^{14}
钆 - - 钐 - - 1 . 1 × -

钆-152 钐-148 1.1 × 10^{14}

[ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Alpha decay
阿尔法 衰变

α衰变

[dɪsˈproʊziəm] - - [ˌgædəˈlɪniəm] - - [ˌtuːˈtuː] × -
Dysprosium - 156 Gadolinium - 152 2 × 10^{14}
镝 - - 钆 - - 2 × -

镝-156 钆-152 2 × 10^{14}

[ˈælfə] [dɪˈkeɪ]
Alpha decay
阿尔法 衰变

α衰变

['hæfniəm]	-	-	[ɪ'tɜːrbiəm]	-	-	[fɔːr]	.	[θriː]	×	-	['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Hafnium	**-**	**174**	**Ytterbium**	**-**	**170**	**4**	**.**	**3**	**×**	**10^{15}**	**Alpha**	**decay**
铪	-	-	镱	-	-	4	.	3	×	-	阿尔法	衰变

铪-174 镱-170 4.3×10^{15} α衰变

[luː'tiːʃiəm]	-	-	['hæfniəm]	-	-	[ˌtuː'tuː]	.	[ˌtuː'tuː]	×	-	['beɪtə]	[dɪ'keɪ]
Lutetium	**-**	**176**	**Hafnium**	**-**	**176**	**2**	**.**	**2**	**×**	**10^{10}**	**Beta**	**decay**
镥	-	-	铪	-	-	2	.	2	×	-	Beta	衰变

镥-176 铪-176 $2.2 \times 10^{\wedge 0}$ Beta 衰变

['riːniəm]	-	-	['ɑːzmiəm]	-	-	[fɔːr]	×	-	['beɪtə]	[dɪ'keɪ]
Rhenium	**-**	**187**	**Osmium**	**-**	**187**	**4**	**×**	**10^{10}**	**Beta**	**decay**
铼	-	-	锇	-	-	4	×	-	Beta	衰变

铼-187 锇-187 4×10^{10} β衰变

['plætɪnəm]	-	-	['ɑːzmiəm]	-	-	['sɛvən]	×	-	['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Platinum	**-**	**190**	**Osmium**	**-**	**186**	**7**	**×**	**10^{11}**	**Alpha**	**decay**
铂	-	-	锇	-	-	7	×	-	阿尔法	衰变

铂-190 锇-186 7×10^{11} α衰变

[liːd]	-	-	['mɜːrkjəri]	-	-	[wʌn]	.	[fɔːr]	×	-	['ælfə]	[dɪ'keɪ]
Lead	**-**	**204**	**Mercury**	**-**	**200**	**1**	**.**	**4**	**×**	**10^{17}**	**Alpha**	**decay**
带领	-	-	汞	-	-	1	.	4	×	-	阿尔法	衰变

铅-204 汞-200 1.4×10^{17} α衰变

['θɔːriəm]	-	-	[liːd]	-	-	[wʌn]	.	-	×	-	[sɪks]	['ælfə]	+	[fɔːr]	['beɪtə]	[	['sɛvən]	]
Thorium	**-**	**232**	**Lead**	**-**	**208**	**1**	**.**	**41**	**×**	**10^{10}**	**6**	**Alpha**	**+**	**4**	**beta**	**[**	**7**	**]**
钍	-	-	带领	-	-	1	.	-	×	-	6	阿尔法	+	4	测试版	[	7	]

钍-232 铅-208 1.41×10^{10} 6 α + 4 β[7]

[juˈreɪniəm]	-	-	[liːd]	-	-	['sɛvən]	.	-	×	-	['sɛvən]	['ælfə]	+	[fɔːr]	['beɪtə]
Uranium	**-**	**235**	**Lead**	**-**	**207**	**7**	**.**	**13**	**×**	**10^{8}**	**7**	**Alpha**	**+**	**4**	**beta**
铀	-	-	带领	-	-	7	.	-	×	-	7	阿尔法	+	4	测试版

铀-235 铅-207 7.13×10^{8} 7 α + 4 β

[juˈreɪniəm]	-	-	[liːd]	-	-	[fɔːr]	.	-	×	-	[eɪt]	['ælfə]	+	[sɪks]	beta7
Uranium	**-**	**238**	**Lead**	**-**	**206**	**4**	**.**	**51**	**×**	**10^{8}**	**8**	**Alpha**	**+**	**6**	**beta7**
铀	-	-	带领	-	-	4	.	-	×	-	8	阿尔法	+	6	beta7

铀-238 铅-206 4.51×10^{8} 8 α + 6 β7

[ɪn][ə; eɪ][lɑːrdʒ]	['nʌmbər]	[ʌv; əv][ˌreɪdioʊ'æktɪv]	['nuːkliaɪ][ʌv; əv][ə; eɪ]	['gɪv(ə)n][kaɪnd]	,
In a large	**number**	**of**	**radioactive**	**nuclei**	**of a given**	**kind**	**,**
在 一个 大的	数字	的	放射性	细胞核	的 一个 给定	种类	,

在大量特定种类的放射性原子核中，

[ə; eɪ]['sɜːrt(ə)n]	['frækʃ(ə)n]	[wɪl]	[dɪ'keɪ]	[ɪn][ə; eɪ]	[spə'sɪfɪk]	[leŋkθ; leŋθ]	[ʌv; əv]	[taɪm]	.
a certain	**fraction**	**will**	**decay**	**in a**	**specific**	**length**	**of**	**time**	**.**
一个 肯定	分数	将要	衰变	在 一个	具体的	长度	的	时间	.

一定比例的物质会在特定的时间内衰减。

[lets]	[teɪk]	[ðɪs]	['frækʃ(ə)n]	[æz; əz]	[wʌn]	-	[hæf]	[ænd; ənd]	['meʒər]	[ðə; ði]	[taɪm]	[ˌaɪ 'tiː]	[teɪks]	[fɔːr; fər]	[hæf]
Let's	**take**	**this**	**fraction**	**as**	**one**	**-**	**half**	**and**	**measure**	**the**	**time**	**it**	**takes**	**for**	**half**
我们来吧	拿	这	分数	作为	一	-	一半	和	措施	这	时间	它	需要	为了	一半

[ðə; ði]['nuːkliaɪ]	[tuː; tə]	[dɪ'keɪ]	.
the nuclei	**to**	**decay**	**.**
这 细胞核	到	衰变	.

我们把这个分数设为二分之一，然后测量一半原子核衰变所需的时间。

[ðɪs] [taɪm] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] [kɔːld] [ðə; ði] [hæf] - [laɪf] [ʌv; əv] [ðæt] [pər'tɪkjələr] ['nuːkliəs] [ænd; ənd] [ðer; ðər] [ɑːr; ər]

This	time	it	is	called	the	HALF	-	LIFE	of	that	particular	nucleus	and	there	are
这	时间	它	是	称为	这	一半	-	生活	的	那	特别的	核	和	那里	是

['veriəs] ['ækjərət] ['fɪzɪk(ə)l] [weɪz] [ʌv; əv] ['meʒərɪŋ] [ˌaɪ 'tiː] .

various	accurate	physical	ways	of	measuring	it	.
各种各样的	准确的	身体的	方式	的	测量	它	.

这次它被称为该特定原子核的半衰期，并且有各种精确的物理方法可以测量它。

['dʊrɪŋ] [ðə; ði] ['ɪntərv(ə)l] [ʌv; əv] [wʌn] [hæf] - [laɪf] , [wʌn] - [hæf] [ʌv; əv] [ðə; ði] ['nuːkliaɪ] [wɪl] [dɪ'keɪ] ,

During	the	interval	of	one	half	-	life	,	one	-	half	of	the	nuclei	will	decay	,
期间	这	间隔	的	一	一半	-	生活	,	一	-	一半	的	这	细胞核	将要	衰变	,

在一个半衰期内，一半的原子核会发生衰变。

['dʊrɪŋ] [ðə; ði] [nekst] [hæf] - [laɪf] [hæf] [ʌv; əv] [wɒts] [left] [wɪl] [dɪ'keɪ] , [ænd; ənd] [soʊ] [ɑːn] .

during	the	next	half	-	life	half	of	what's	left	will	decay	,	and	so	on	.
期间	这	下一个	一半	-	生活	一半	的	是什么	左边	将要	衰变	,	和	所以	在	.

在下一个半衰期内，剩余物质的一半会衰变，依此类推。

[wiː; wi] [meɪ] ['tæbjuleɪt] [ˌaɪ 'tiː] [laɪk] [ðɪs] :

We	may	tabulate	it	like	this	:
我们	可能	制表	它	喜欢	这	:

我们可以这样列表：

[ɪ'læpst] [taɪm] (['nʌmbər] [ʌv; əv] [hæf] - [laɪvz; lɪvz])

Elapsed	time	(	Number	of	half	-	lives	)
过去	时间	(	数字	的	一半	-	生活	)

经过的时间（半衰期数）

[ə'maʊnt] [left] [ʌv; əv] [wʌt] [wʌz; wəz] [ə'rɪdʒənəli] present1 ½2 ¼3 ⅛4 - / - - / - - / - - / -

Amount	left	of	what	was	originally	present1	½2	¼3	⅛4	1	/	165	1	/	326	1	/	647	1	/	128
数量	左边	的	什么	曾是	起初	present1	½2	¼3	⅛4	-	/	-	-	/	-	-	/	-	-	/	-

剩余量（原先存在的数量）1 ½ 2 ¼ 3 ⅛ 4 $^{1}/_{16}$ 5 $^{1}/_{32}$ 6 $^{1}/_{64}$ 7 $^{1}/_{128}$

[ɪn] ['ʌðər] [wɜːrdz] , ['æftər] ['sev(ə)n] [hæf] - [laɪvz; lɪvz] ,

In	other	words	,	after	seven	half	-	lives	,
在	其他	字	,	后	七	一半	-	生活	,

换句话说，经过七个半衰期后，

[les] [ðæn; ðən] [wʌn] % [ʌv; əv] [ðə; ði] [ə'rɪdʒən(ə)l] [ə'maʊnt] [ʌv; əv] [mə'tɪriəl] [wɪl] [stɪl] [biː; bi] [ˌreɪdioʊ'æktɪv]

less	than	1	%	of	the	original	amount	of	material	will	still	be	radioactive
较少的	比	1	%	的	这	原来的	数量	的	材料	将要	仍然	是	放射性

[ænd; ənd] [ðə; ði] [rɪ'meɪnɪŋ] - % + [ʌv; əv] [ɪts] ['ætəmz] [wɪl] [hæv; həv] [bɪn] [kən'vɜːrtɪd] [tuː; tə] ['ætəmz]

and	the	remaining	99	%	+	of	its	atoms	will	have	been	converted	to	atoms
和	这	其余的	-	%	+	的	它是	原子	将要	有	到过	转换	到	原子

[ʌv; əv] [ə'nʌðər] ['njuːˌklaɪd] .

of	another	nuclide	.
的	其他	核素	.

原物质中只有不到 1% 仍具有放射性，其余 99% 以上的原子将转化为另一种核素的原子。

[ðɪs] [kaɪnd] [ʌv; əv] ['prɑːses] [kæn; kən] [biː; bi] [meɪd] [ðə; ði] ['beɪsɪs] [ʌv; əv] [ə; eɪ] [klɑːk] .

This	kind	of	process	can	be	made	the	basis	of	a	clock	.
这	种类	的	过程	能	是	制成	这	基础	的	一个	钟	.

这种过程可以作为时钟的基础。

[ˌaɪ 'tiː] [wɜːrks] , [ɪn] [ɪ'fekt] , [laɪk] [ðə; ði] ['ʌpər] ['tʃeɪmbər] [ʌv; əv] [æn; ən] ['aʊərglæs] .

It	works	,	in	effect	,	like	the	upper	chamber	of	an	hourglass	.
它	作品	,	在	影响	,	喜欢	这	上	房间	的	一个	滴漏	.

它的作用实际上就像沙漏的上层一样。

[ˌmæθə'mætɪkli] [ˌaɪ 'tiː] [ɪz] ['rɪt(ə)n] :

Mathematically	it	is	written	:
数学上	它	是	书面	:

用数学术语来说：

[en] = N_0e - -
N = N_0e - λt
N = N_0e - -

N = N_0e-λt

[wer]
where
在哪里

在哪里

[en] = [ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv][ˌreɪdioʊ'æktɪv]['ætəmz]['prez(ə)nt][ɪn][ðə; ði] ['sɪstəm] [naʊ] ,
N = the number of radioactive atoms present in the system now ,
N = 这 数字 的 放射性 原子 展示 在 这 系统 现在 ,

= 系统中当前存在的放射性原子数量，

N_0 = [ðə; ði] ['nʌmbər] [ðæt] [wʌz; wəz]['prez(ə)nt] [wen] [tiː] = - , ([ɪn] ['ʌðər] [wɜːrdz] ,
N_0 = the number that was present when t = 0 , (in other words ,
N_0 = 这 数字 那 曾是 展示 什么时候 t = - , (在 其他 字 ,

N_0 = t = 0 时存在的数字，（换句话说，

[æt; ət][ðə; ði][taɪm][ðə; ði] [klɑːk] ['stɑːrtɪd]) ,
at the time the clock started) ,
在 这 时间 这 钟 开始) ,

（时钟开始计时时）

[iː] = [ðə; ði] [beɪs] [ʌv; əv]['nætʃ(ə)rəl] ([ɔːr] [nə'piəriən] [[eɪt]]) ['lɔgəriθmz] ([ðə; ði][nuː'merɪk(ə)l]['vælјuː]
e = the base of natural (or Napierian [8]) logarithms (the numerical value
[ʌv; əv][iː] = [ˌtuː'tuː] . - . . .) ,
of e = 2 . 718 . . .) ,
的 e = 2 . - . . .) ,

e = 自然对数（或纳皮尔对数[8]）的底数（e 的数值为 2.718 ...），

- (['læmdə]) = [ðə; ði] [dɪ'keɪ] [reɪt] [ʌv; əv][ðə; ði][ˌreɪdioʊ'æktɪv] [mə'tɪriəl] ,
λ (lambda) = the decay rate of the radioactive material ,
- (lambda) = 这 衰变 速度 的 这 放射性 材料 ,

λ（lambda）=放射性物质的衰变率，

[ɪk'sprest] [ɪn]['ætəmz] [dɪ'keɪɪŋ] [pər]['ætəm][pər]['juːnɪt][ʌv; əv][taɪm] ,
expressed in atoms decaying per atom per unit of time ,
表达 在 原子 腐烂的 每 原子 每 单元 的 时间 ,

以每单位时间内每个原子衰变的原子数表示

[tiː] = [ðə; ði][taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪ'læpst] [sɪns] [ðə; ði]['ɔːrɪdʒɪn][ʌv; əv] ['sɪstəm] , [ɪk'sprest] [ɪn][ðə; ði]
t = the time that has elapsed since the origin of system , expressed in the
[seɪm] ['juːnɪts] . [eɪt]
same units . 8
相同的 单位 . 8

= 自系统起始点以来经过的时间，单位与起始点相同。8

['ɑːbviəsli] , [ɪn]['ɔːrd(ə)neri] [kɒmpjʊ'teɪʃnz] [ðæt] [wʊd] [nɑːt][biː; bi] [ɪ'nʌf] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n][tuː; tə]
Obviously , in ordinary computations that would not be enough information to
['kælkjuleɪt][ðə; ði][taɪm] ,
calculate the time ,
计算 这 时间 ,

显然，在普通的计算中，这些信息不足以计算时间。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔːz][ðer; ðər] [stɪl] [ɑːr; ər] [tuː] [ə'noʊnz] , N_0 [ænd; ənd][tiː] . [ɪn][ə; eɪ] [kloʊzd] ['sɪstəm] ,
because there still are two unknowns , N_0 and t . In a closed system ,
因为 那里 仍然 是 二 未知 , N_0 和 t . 在 一个 关闭 系统 ,

因为仍然存在两个未知数，N_0 和 t。在一个封闭系统中，

[haʊ'evər] , [ðə; ði]['ætəmz] [ðæt] [hæv; həv] [dɪ'keɪd] [duː][nɑːt] [ˌdɪsə'pɪr] ['ɪntuː] [θɪn] [er] .

however	,	the	atoms	that	have	decayed	do	not	disappear	into	thin	air	.
然而	,	这	原子	那	有	腐烂的	做	不是	消失	进入	薄的	空气	.

然而，衰变的原子并不会凭空消失。

[ðeɪ] ['mɪrli] [tʃeɪndʒ] ['ɪntuː] ['ʌðər] ['ætəmz] , [kɔːld] ['dɔːtər] ['ætəmz] , [ænd; ənd] [rɪ'meɪn] [ɪn][ðə; ði] ['sɪstəm] .

They	merely	change	into	other	atoms	,	called	daughter	atoms	,	and	remain	in	the	system	.
他们	仅仅	改变	进入	其他	原子	,	称为	女儿	原子	,	和	保持	在	这	系统	.

它们只是转变为其他原子，称为子原子，并留在系统中。

[ænd; ənd][æt; ət]['eni] [pɔɪnt] [ɪn] [taɪm] ,

And	at	any	point	in	time	,
和	在	任何	观点	在	时间	,

在任何时间点，

[ðer; ðər] [wɪl] [biː; bi][bəuθ] ['perənt] [ænd; ənd] ['dɔːtər] ['ætəmz] [mɪkst] [tə'geðər] [ɪn][ðə; ði] [mə'tɪriəl] .

there	will	be	both	PARENT	and	DAUGHTER	atoms	mixed	together	in	the	material	.
那里	将要	是	两个都	父母	和	女儿	原子	混合	一起	在	这	材料	.

材料中将同时存在母原子和子原子。

[ðə; ði]['oʊldər][ðə; ði] [mə'tɪriəl] , [ðə; ði] [mɔːr] ['dɔtɚz] [ænd; ənd][ðə; ði] [fjuːər] ['perənts] .

The	older	the	material	,	the	more	daughters	and	the	fewer	parents	.
这	老	这	材料	,	这	更多的	女儿们	和	这	更少	父母	.

材料越老，女儿越多，父母越少。

[sʌm; səm] ['dɔtɚz] [ɑːr; ər]['ɔːlsoʊ][ˌreɪdioʊ'æktɪv] , [bʌt; bət] [ðɪs] [dʌz] [nɑːt] [tʃeɪndʒ] [ðə; ði]['beɪsɪk] [ˌsɪtʃu'eɪʃ(ə)n] .

Some	daughters	are	also	radioactive	,	but	this	does	not	change	the	basic	situation	.
一些	女儿们	是	还	放射性	,	但	这	做	不是	改变	这	基本的	情况	.

有些女儿也具有放射性，但这并不能改变基本情况。

[ðʌs] [ˌaɪ 'tiː] ['fɑːloʊz] [ðæt]

Thus	it	follows	that
因此	它	跟随	那

因此，可以得出以下结论：

N_0 = [en] + [diː]

N_0	=	N	+	D
N_0	=	N	+	D

$N_0 = N + D$

[wer] [diː] = [ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv] ['dɔːtər] ([dɪ'keɪd]) ['ætəmz] .

where	D	=	the	number	of	daughter	(	decayed	)	atoms	.
在哪里	D	=	这	数字	的	女儿	(	腐烂的	)	原子	.

其中 D = 子原子（衰变原子）的数量。

[wiː; wi] [meɪ] [ðen] ['sʌbstɪtuːt] ['ɪntuː][ðə; ði][fɜːrst][ɪ'kweɪʒ(ə)n]

We	may	then	substitute	into	the	first	equation
我们	可能	然后	代替	进入	这	第一的	方程

然后我们可以将其代入第一个方程

[en] = ([en] + [diː]) [iː] - -

N	=	(	N	+	D	)	e	-	λt
N	=	(	N	+	D	)	e	-	-

$= (N + D)\, e^{-\lambda t}$

[ænd; ənd] [sɑːlv]

and	solve
和	解决

并解决

[tiː] = [wʌn] / - · ['leɪn] ([wʌn] + [diː] / [en])

t	=	1	/	λ	·	ln	(	1	+	D	/	N	)
t	=	1	/	-	·	ln	(	1	+	D	/	N	)

= 1/λ · ln(1 + D/N)

[wer] ['leɪn] = [ðə; ði]['nætʃ(ə)rəl]['lɔːgərɪðəm] , [ðə; ði]['lɔːgərɪðəm][tuː; tə] [beɪs] [iː] .

where	ln	=	the	natural	logarithm	,	the	logarithm	to	base	e	.
在哪里	ln	=	这	自然的	对数	,	这	对数	到	根据	e	.

其中 ln = 自然对数，以 e 为底的对数。

[ðɪs] [kaɪnd][ʌv; əv] ['sɪstəm] [kæn; kən][biː; bi] [ˌreprɪ'zentɪd] ['kruːdli] [baɪ][æn; ən][oʊld] - ['fæʃnd]

This	kind	of	system	can	be	represented	crudely	by	an	old	-	fashioned
这	种类	的	系统	能	是	代表	粗略地	经过	一个	老的	-	造型

['aʊərglæs] , [æz; əz] [ʃoʊn] [ɪn][ðə; ði] ['fɪgjər] ,

hourglass	,	as	shown	in	the	figure	,
滴漏	,	作为	所示	在	这	数字	,

这种系统可以用老式的沙漏粗略地表示，如图所示。

[wɪtʃ] [hæz; həz][ðə; ði] [pə'ræmɪtərz] [ʌv; əv] [ðiːz] [ɪ'kweɪʒənz] [mɑːrkt] .

which	has	the	parameters	of	these	equations	marked	.
哪个	有	这	参数	的	这些	方程式	标记	.

其中标记了这些方程的参数。

([kiːp] [ɪn][maɪnd] , [haʊ'evər] , [ðæt] [ðɪs] [ɪz]['oʊnli][ə; eɪ][groʊs][ə'nælədʒi] .

(	Keep	in	mind	,	however	,	that	this	is	only	a	gross	analogy	.
(	保持	在	头脑	,	然而	,	那	这	是	仅有的	一个	总的	类比	.

（但请记住，这只是一个粗略的类比。）

['nuːkliər] [klɑːks] [rʌn] [æt; ət] ['lɑːgərɪðmɪkli] [dɪ'kriːsɪŋ] [reɪts] , [bʌt; bət][ðə; ði] [spiːd] [ʌv; əv][ə; eɪ] [gʊd]

Nuclear	clocks	run	at	logarithmically	decreasing	rates	,	but	the	speed	of	a	good
核	时钟	跑步	在	对数	递减	利率	,	但	这	速度	的	一个	好的

['aʊərglæs] [ɪz] ['rʌfli] ['kɑːnstənt] .)

hourglass	is	roughly	constant	.	)
滴漏	是	大致	持续的	.	)

核钟的运行速度呈对数递减趋势，但一个好的沙漏的运行速度大致恒定。）

[æn; ən] ['aʊərglæs] ['ɪləstreɪts] [æn; ən][aɪ'diːəl][kloʊzd] ['sɪstəm] .

An	hourglass	illustrates	an	ideal	closed	system	.
一个	滴漏	图示	一个	理想的	关闭	系统	.

沙漏象征着一个理想的封闭系统。

['nʌθɪŋ] [ɪz] ['ædɪd] [ænd; ənd] ['nʌθɪŋ] [ɪz] [rɪ'muːvd] — [ðə; ði][sænd][dʒʌst] [rʌnz] [frʌm; frəm][ðə; ði][tɑːp]

Nothing	is	added	and	nothing	is	removed	—	the	sand	just	runs	from	the	top
没有什么	是	额外	和	没有什么	是	已移除	—	这	沙	只是	跑步	从	这	顶部

[bʌlb] [tuː; tə][ðə; ði] ['bɑːtəm] . [naɪn]

bulb	to	the	bottom	.	9
电灯泡	到	这	底部	.	9

既没有添加任何东西，也没有移除任何东西——沙子只是从顶部的球状物流到底部。9

[rɪ'membər] [ðæt] [ðə; ði] [dɪ'keɪɪŋ] ['nuːkliəs] [dʌz] [nɑːt] [ˌdɪsə'pɪr] .

Remember	that	the	decaying	nucleus	does	not	disappear	.
记住	那	这	腐烂的	核	做	不是	消失	.

记住，衰变的原子核并不会消失。

[ˌaɪ 'tiː]['tʃeɪndʒɪz]['ɪntuː] [ə'nʌðər] ['nuːkliəs] ,

It	changes	into	another	nucleus	,
它	变化	进入	其他	核	,

它会变成另一个细胞核，

[ænd; ənd] [ðɪs] [nuː] ['nuːkliəs] [fɔːrmz] [æn; ən] ['ætəm] [ðæt] [meɪ] [biː; bi] ['kæptʃərd] [ænd; ənd] [held] [fɪkst] [baɪ]
and **this** **new** **nucleus** **forms** **an** **atom** **that** **may** **be** **captured** **and** **held** **fixed** **by**
和 这 新的 核 表格 一个 原子 那 可能 是 捕获 和 握住 固定的 经过
['nætʃ(ə)rəl] ['prɑːsesɪz] .
natural **processes** **.**
自然的 流程 .

这种新形成的原子核可以被自然过程捕获并固定下来。

[ðə; ði] [dɪ'keɪd] ['nuːkliaɪ] [ɑːr; ər] [ðʌs] [kə'lektɪd] , [soʊ] [ðæt] [hɪr] [wiː; wi] [hæv; həv] [ðə; ði] ['bɑːtəm]
The **decayed** **nuclei** **are** **thus** **collected** **,** **so** **that** **here** **we** **have** **the** **bottom**
这 腐烂的 细胞核 是 因此 集 , 所以 那 这里 我们 有 这 底部
['tʃeɪmbər] [ʌv; əv] [ðə; ði] ['aʊərglæs] .
chamber **of** **the** **hourglass** **.**
房间 的 这 滴漏 .

衰变的原子核由此被收集起来，这就是沙漏的底部腔室。

[bʌt; bət] ['sʌmtaɪmz] [wiː; wi] [niːd] ['oʊnli] [ðə; ði] [tɑːp] ['tʃeɪmbər] [ʌv; əv] [æn; ən] ['aʊərglæs] .
But **sometimes** **we** **need** **only** **the** **top** **chamber** **of** **an** **hourglass** **.**
但 有时 我们 需要 仅有的 这 顶部 房间 的 一个 滴漏 .

但有时我们只需要沙漏的上层。

[ðə; ði] ['kɑːrbən] - - [klɑːk]
THE **CARBON** **-** **14** **CLOCK**
这 碳 - - 钟

碳-14时钟

['kɑːrbən] - - [dɪ'keɪ] [ɪz] [ðə; ði] [best] [ɪg'zæmp(ə)l] [ʌv; əv] [ə; eɪ] [tɑːp] - ['oʊnli] ['aʊərglæs] .
Carbon **-** **14** **decay** **is** **the** **best** **example** **of** **a** **top** **-** **only** **hourglass** **.**
碳 - - 衰变 是 这 最好的 例子 的 一个 顶部 - 仅有的 滴漏 .

碳-14衰变是只有顶部的沙漏的最佳例证。

['kɑːrbən] - - [ɪz] ['kɑːnstəntli] ['biːɪŋ] [prə'duːst] [ɪn] [ðə; ði] ['ʌpər] ['ætməsfɪr] [frʌm; frəm] ['ætəmz] [ʌv; əv]
Carbon **-** **14** **is** **constantly** **being** **produced** **in** **the** **upper** **atmosphere** **from** **atoms** **of**
碳 - - 是 不断地 存在 生产 在 这 上 气氛 从 原子 的
['naɪtrədʒən] - - ['biːɪŋ] [strʌk] [baɪ] ['njuːtrɔnz] [ðæt] [hæd; həd] [ðer; ðər] ['ɔːrɪdʒɪn] [ɪn] ['kɑːzmɪk] ['reɪz] .
nitrogen **-** **14** **being** **struck** **by** **neutrons** **that** **had** **their** **origin** **in** **COSMIC** **RAYS** **.**
氮 - - 存在 击 经过 中子 那 有 他们的 起源 在 宇宙 射线 .

碳-14 不断地在高层大气中产生，它是由氮-14 原子受到来自宇宙射线的中子撞击而形成的。

[ðə; ði] [riˈækʃ(ə)n] [ɪz] ['rɪt(ə)n] :
The **reaction** **is** **written** **:**
这 反应 是 书面 :

反应式如下：

^{14}N + ['nuːtrɑːn] → ^{14}C + ['proʊtɑːn]
^{14}N **+** **neutron** **→** **^{14}C** **+** **proton**
^{14}N + 中子 → ^{14}C + 质子

[ˌreɪdioʊˈæktɪv] [dɪ'keɪ] [ðen] ['fɑːloʊz] , [wɪð; wɪθ] [ə; eɪ] [hæf] - [laɪf] [ʌv; əv] - ['jɪrz] [[naɪn]] [fɔːr; fər] [ðə; ði]
Radioactive **decay** **then** **follows** **,** **with** **a** **half** **-** **life** **of** **5800** **years** **[** **9** **]** **for** **the**
放射性 衰变 然后 跟随 , 和 一个 一半 - 生活 的 - 年 [9] 为了 这
^{14}C .
^{14}C **.**
^{14}C .

随后发生放射性衰变，^{14}C 的半衰期为 5800 年[9]。

^{14}C → ^{14}N + [ɪ'lektrɑːn] (['beɪtə] ['pɑːrtɪk(ə)l])
^{14}C **→** **^{14}N** **+** **electron** **(** **BETA** **PARTICLE** **)**
^{14}C → ^{14}N + 电子 (测试版 粒子)

^{14}C → ^{14}N + 电子（β粒子）

[ðə; ði][ˌreɪdioʊˈkɑːrbən] [iˈmɪts] [æn; ən] [ɪˈlektrɑːn] [ænd; ənd] [ˈtʃeɪndʒɪz] [bæk] [ˈɪntuː] [ˈnaɪtrədʒən] .

The	radiocarbon	emits	an	electron	and	changes	back	into	nitrogen	.
这	放射性碳	发出	一个	电子	和	变化	后退	进入	氮	.

放射性碳释放一个电子后重新转化为氮。

[æz; əz][fɑːr][æz; əz] [ˈeniwʌn] [kæn; kən] [tel] ,

As	far	as	anyone	can	tell	,
作为	远的	作为	任何人	能	告诉	,

就目前所知，

^{14}C [wʌz; wəz] [prəˈduːst] [æt; ət][ə; eɪ][ˈkɑːnstənt] [reɪt] [əˈbʌv] [ðə; ði] [ɜːrθ] [fɔːr; fər][æt; ət] [liːst] - ,

^{14}C	was	produced	at	a	constant	rate	above	the	earth	for	at	least	50	,
^{14}C	曾是	生产	在	一个	持续的	速度	多于	这	地球	为了	在	至少	-	,

至少在50年间，地球上空的^{14}C以恒定速率产生。

- [ˈjɪrz] [bɪˈfɔːr] [ðə; ði][fɜːrst][əˈtɑːmɪk] [bɑːm] [wʌz; wəz][ɪkˈsploʊdɪd] .

000	years	before	the	first	atomic	bomb	was	exploded	.
-	年	前	这	第一的	原子	炸弹	曾是	爆炸了	.

在第一颗原子弹爆炸前 000 年。

[ɪn] [ˈʌðər] [wɜːrdz] ,

In	other	words	,
在	其他	字	,

换句话说，

[ðə; ði] ^{14}C [ˈsaɪk(ə)l][ɪz][laɪk][æn; ən] [ˈaʊərglæs] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][sænd][ɪn][ðə; ði] [ˈʌpər] [pɑːrt][ɪz]

the	^{14}C	cycle	is	like	an	hourglass	in	which	the	sand	in	the	upper	part	is
这	^{14}C	循环	是	喜欢	一个	滴漏	在	哪个	这	沙	在	这	上	部分	是

[riˈpleniʃt] [æz; əz][fæst][æz; əz][ˌaɪ ˈtiː] [rʌnz] [aʊt] [θruː] [ðə; ði][hoʊl][ɪn][ðə; ði][weɪst] .

replenished	as	fast	as	it	runs	out	through	the	hole	in	the	waist	.
补充	作为	快速地	作为	它	跑步	出去	通过	这	洞	在	这	腰部	.

^{14}C 循环就像一个沙漏，上部的沙子会以和腰部孔洞流出的速度一样快地得到补充。

[ə; eɪ] [ˈprɑːses] [ʌv; əv] [ðɪs] [sɔːrt] , [wer] [prəˈdʌkʃn] [ˈiːkwəlz] [dɪˈkeɪ] , [ɪz] [kɔːld] [ə; eɪ] [ˈsekjələr]

A	process	of	this	sort	,	where	production	equals	decay	,	is	called	a	SECULAR
一个	过程	的	这	种类	,	在哪里	生产	等于	衰变	,	是	称为	一个	世俗

[ˌiːkwɪˈlɪbriəm] .

EQUILIBRIUM	.
平衡	.

生产等于衰落的这种过程被称为世俗平衡。

[ðə; ði] [ˈnuːli] [prəˈduːst] ^{14}C [suːn] [ɪz] [ˈiːvnli] [mɪkst] [wɪð; wɪθ][ðə; ði][ˈkɑːrbən][daɪˈɑːksaɪd][ɪn][ðə; ði] [er] ,

The	newly	produced	^{14}C	soon	is	evenly	mixed	with	the	carbon	dioxide	in	the	air	,
这	新	生产	^{14}C	很快	是	均匀地	混合	和	这	碳	二氧化硫	在	这	空气	,

新产生的^{14}C很快与空气中的二氧化碳均匀混合。

[ɪz][ˈteɪkən][ʌp][baɪ][ɔːl] [ˈlɪvɪŋ] [plænts] , -

is	taken	up	by	all	living	plants	,	10
是	已采取	向上	经过	全部	活的	植物	,	-

被所有活植物吸收，10

[ænd; ənd] [ðen] [faindz][ɪts] [weɪ] [ˈɪntuː][ɔːl] [ˈlɪvɪŋ] [ˈænɪmlz] .

and	then	finds	its	way	into	all	living	animals	.
和	然后	发现	它是	方式	进入	全部	活的	动物	.

然后它会进入所有活体动物体内。

[ɪn] [ɪˈfekt] ,

In	effect	,
在	影响	,

有效，

[ɔ:l]['kɑ:rbən][ɪn] ['lɪvɪŋ] ['ɔrgən,ɪzəm][kən'teɪnz][ə; eɪ]['kɑ:nstənt][prə'pɔ:rʃ(ə)n][ʌv; əv] ^{14}C . [ɪf] ['eni][ʌv; əv] [ðɪs]
all carbon in living organisms contains a constant proportion of ^{14}C . If any of this
全部 碳 在 活的 生物 包含 一个 持续的 部分 的 ^{14}C . 如果 任何 的 这
['kɑ:rbən][ɪz]['teɪkən][aʊt][ʌv; əv][ˌsɜ:rkjə'leɪʃ(ə)n] — [wen] [ə; eɪ] [tri:] [bræntʃ] [ɪz]['broʊkən][ɔ:f] ,
carbon is taken out of circulation — when a tree branch is broken off ,
碳 是 已采取 出去 的 循环 — 什么时候 一个 树 分支 是 破碎的 离开 ,

生物体内所有碳都含有恒定比例的^{14}C。如果这些碳中有任何一部分从循环中移除——例如树枝折断时，

[fɔ:r; fər] ['ɪnstəns] ,
for instance ,
为了 实例 ,

例如，

[ɔ:r] [wen] [ə; eɪ] ['ʃelfɪʃ] [daɪz][ɪn][ðə; ði]['oʊʃ(ə)n] — [noʊ] [mɔ:r] [nu:] ^{14}C [ɪz] ['ædɪd] [tu:; tə] [ðæt]
or when a shellfish dies in the ocean — no more new ^{14}C is added to that
或者什么时候 一个 贝类 死亡 在 这 海洋 — 不 更多的 新的 ^{14}C 是 额外 到 那
[pər'tɪkjələr] ['sɪstəm] ,
particular system ,
特别的 系统 ,

或者当一只贝类在海洋中死亡时——就不会再有新的^{14}C添加到该特定系统中，

[bʌt; bət][ðə; ði][oʊld] ^{14}C [kən'tɪnju:z] [tu:; tə] [rʌn] [aʊt] .
but the old ^{14}C continues to run out .
但 这 老的 ^{14}C 继续 到 跑步 出去 .

但是旧的^{14}C仍在不断耗尽。

[ɪn] [ɪ'fekt] [ˌaɪ 'ti:] [naʊ] ['stɑ:rts] ['meʒərɪŋ] [taɪm][æz; əz][æn; ən] ['aʊərglæs] [ʃʊd; ʃəd] .
In effect it now starts measuring time as an hourglass should .
在 影响 它 现在 开始 测量 时间 作为 一个 滴漏 应该 .

实际上，它现在开始像沙漏一样计时了。

[tu:; tə] ['ɪləstreɪt] ['sekjələr] [ˌi:kwɪ'lɪbriəm] ,
To illustrate secular equilibrium ,
到 阐明 世俗 平衡 ,

为了说明长期均衡，

[wʌn][mʌst; məst][ɪ'mædʒɪn][æn; ən] ['aʊərglæs] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][sænd][ɪn][ðə; ði][tɑ:p] [bʌlb] [ɪz] [kən'tɪnjuəsli]
one must imagine an hourglass in which the sand in the top bulb is continuously
一 必须 想象 一个 滴漏 在 哪个 这 沙 在 这 顶部 电灯泡 是 持续
[ri'pleniʃt] — [æz; əz][fæst][æz; əz][ˌaɪ 'ti:] [rʌnz] [aʊt] [θru:] [ðə; ði][hoʊl][ɪn][ðə; ði] [weɪst] [ænd; ənd]
replenished — as fast as it runs out through the hole in the waist and
补充 — 作为 快速地 作为 它 跑步 出去 通过 这 洞 在 这 腰部 和
[ˌdisə'piəz] .
disappears .
消失 .

必须想象一个沙漏，顶部球状物中的沙子不断被补充——就像它从腰部的孔洞流出消失一样快。

[wen] [wi:; wi][faɪnd][ə; eɪ] [pi:s] [ʌv; əv] ['tʃɑ:rkoʊl] [ɪn][ə; eɪ] [keɪv] [ɔ:r][ə; eɪ] [pi:s] [ʌv; əv] [wʊd] [ɪn][sʌm; səm]
When we find a piece of charcoal in a cave or a piece of wood in some
什么时候 我们 寻找 一个 片 的 木炭 在 一个 洞穴 或者 一个 片 的 木头 在 一些
['eɪnʃənt] ['strʌktʃər] ,
ancient structure ,
古老的 结构 ,

当我们在洞穴中发现一块木炭，或者在一些古代建筑中发现一块木头时，

[fɔ:r; fər][ɪg'zæmp(ə)l] , [wi:; wi][kæn; kən] ['meʒər] [ðə; ði][ə'maʊnt][ʌv; əv]['kɑ:rbən][ɪn][ˌaɪ 'ti:] ,
for example , we can measure the amount of carbon in it ,
为了 例子 , 我们 能 措施 这 数量 的 碳 在 它 ,

例如，我们可以测量其中的碳含量。

[dɪ'tɜ:rmɪn] [haʊ] [mʌtʃ] [ʌv; əv][ˌaɪ 'ti:][ɪz] ^{14}C ,
determine **how** **much** **of** **it** **is** **^{14}C** **,**
决定 如何 很多 的 它 是 ^{14}C ,

确定其中有多少是^{14}C，

[ænd; ənd] [ðen] ['kælkjuleɪt] [bæk] [tu:; tə][ðə; ði][taɪm] [wen] [ðə; ði][ˌreɪdioʊæk'tɪvəti][frʌm; frəm][ðə; ði] ^{14}C
and **then** **calculate** **back** **to** **the** **time** **when** **the** **radioactivity** **from** **the** **^{14}C**
和 然后 计算 后退 到 这 时间 什么时候 这 放射性 从 这 ^{14}C
[wʌz; wəz][ðə; ði] [seɪm] [æz; əz][wi:; wi] [naʊ] [faɪnd][ɪn] ['lɪvɪŋ] [wʊd] .
was **the** **same** **as** **we** **now** **find** **in** **living** **wood** **.**
曾是 这 相同的 作为 我们 现在 寻找 在 活的 木头 .

然后回溯计算，直到 ^{14}C 的放射性与我们现在在活木中发现的放射性相同的时候。

[ɪn] ['ʌðər] [wɜ:rdz] ,
In **other** **words** **,**
在 其他 字 ,

换句话说，

[ɪf] [wi:; wi] [ə'su:m] [ðæt] [wi:; wi] [noʊ] [frʌm; frəm][ðə; ði] [əb'zɜ:rvd] ['sekjələr] [ˌi:kwɪ'lɪbriəm] [haʊ] [mʌtʃ] ^{14}C
if **we** **assume** **that** **we** **know** **from** **the** **observed** **secular** **equilibrium** **how** **much** **^{14}C**
如果 我们 认为 那 我们 知道 从 这 观察到 世俗 平衡 如何 很多 ^{14}C
[ə'rɪdʒənəli][wʌz; wəz]['prez(ə)nt][ɪn] ['lɪvɪŋ] [mə'tɪriəl] ,
originally **was** **present** **in** **living** **material** **,**
起初 曾是 展示 在 活的 材料 ,

如果我们假设我们从观察到的长期平衡中知道生物物质中最初含有多少^{14}C，

[ðen] [wi:; wi][kæn; kən]['kælkjuleɪt][ðə; ði][taɪm][ʌv; əv] [deθ] [ʌv; əv]['eni]['sɪmələr][bʌt; bət] ['eɪnʃənt]
then **we** **can** **calculate** **the** **time** **of** **death** **of** **any** **similar** **but** **ancient**
然后 我们 能 计算 这 时间 的 死亡 的 任何 相似的 但 古老的
[mə'tɪriəl] .
material **.**
材料 .

这样我们就可以计算出任何类似但古代材料的死亡时间。

[ðæt] [ɪz][ðə; ði]['beɪsɪs][ʌv; əv][ðə; ði] ^{14}C ['meθəd] [ʌv; əv][eɪdʒ][dɪˌtɜ:rmɪ'neɪʃ(ə)n] . -
That **is** **the** **basis** **of** **the** **^{14}C** **method** **of** **age** **determination** **.** **11**
那 是 这 基础 的 这 ^{14}C 方法 的 年龄 决心 . -

这就是^{14}C测年法的基础。[11]

['daɪnəsɔ:r] [træks] [ɪm'prɪntɪd] [ɪn] [rɑ:k] [ɪn]['nævəhoʊ]['kænjən] , [ˌærɪ'zoʊnə] , [ə'raʊz] [ðə; ði] [prə'feʃən(ə)l]
Dinosaur **tracks** **imprinted** **in** **rock** **in** **Navajo** **Canyon** **,** **Arizona** **,** **arouse** **the** **professional**
恐龙 轨道 印记 在 岩石 在 纳瓦霍 峡谷 , 亚利桑那 , 引起 这 专业的
['ɪntrəst] [ʌv; əv] [ðɪs] ['saɪəntɪst] .
interest **of** **this** **scientist** **.**
兴趣 的 这 科学家 .

亚利桑那州纳瓦霍峡谷岩石上留下的恐龙足迹引起了这位科学家的专业兴趣。

['fɑ:s(ə)l]['treɪsɪz][ʌv; əv][ɪk'stɪŋkt][ˌpri:hɪ'stɔ:rɪk] ['kri:tʃərz] [wɜ:r; wər][fɔ:r; fər][ə; eɪ] [lɔ:ŋ] [taɪm] [ðə; ði] [best]
Fossil **traces** **of** **extinct** **prehistoric** **creatures** **were** **for** **a** **long** **time** **the** **best**
化石 痕迹 的 灭绝 史前 生物 是 为了 一个 长的 时间 这 最好的
[klu:z] [tu:; tə][ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv] [rɑ:k] [fɔr'meɪʃənz] .
clues **to** **the** **age** **of** **rock** **formations** **.**
线索 到 这 年龄 的 岩石 阵型 .

史前灭绝生物的化石痕迹长期以来一直是确定岩层年龄的最佳线索。

[ə; eɪ] ['saɪəntɪst] ['juːzɪŋ] ['lɪkwɪd] ['naɪtrədʒən] [tuː; tə] [friːz] ['kɑːrbən] [daɪ'ɑːksaɪd] [gæs] [meɪd] [frʌm; frəm] [ə; eɪ]

A	scientist	using	liquid	nitrogen	to	freeze	carbon	dioxide	gas	made	from	a
一个	科学家	使用	液体	氮	到	冻结	碳	二氧化硫	气体	制成	从	一个

['sæmp(ə)l] [ʌv; əv] ['eɪnʃənt] [mə'tɪriəl] [ðæt] [hiː; hi] [ɪz] [prɪ'peərɪŋ] [fɔːr; fər] [eɪdʒ] [dɪˌtɜːrmɪ'neɪʃ(ə)n] [baɪ] [ðə; ði]

sample	of	ancient	material	that	he	is	preparing	for	age	determination	by	the
样本	的	古老的	材料	那	他	是	准备	为了	年龄	决心	经过	这

['kɑːrbən] - - [tek'niːk] . -

carbon	-	14	technique	.	12
碳	-	-	技术	.	-

一位科学家使用液氮冷冻从古代材料样本中提取的二氧化碳气体，他正准备用碳-14技术测定该样本的年代。[12]

[fɔːr; fər] [ɪg'zæmp(ə)l] ,

For	example	,
为了	例子	,

例如，

[ə; eɪ] [bɪt] [ʌv; əv] [ə; eɪ] ['ræftər] [frʌm; frəm] [ə; eɪ] [ˌpriːhɪ'stɔːrɪk] [klɪf] - ['dwelɪŋ] [ɔːr] [ə; eɪ] ['remnənt] [ʌv; əv]

a	bit	of	a	rafter	from	a	prehistoric	cliff	-	dwelling	or	a	remnant	of
一个	少量	的	一个	椽	从	一个	史前	悬崖	-	住宅	或者	一个	剩	的

['tʃɑːrkoʊl] [frʌm; frəm] [æn; ən] ['eɪnʃənt] ['faɪər] [meɪ] [biː; bi] ['ænəlaizd] [fɔːr; fər] [ɪts] [rɪ'meɪnɪŋ] ^{14}C ['kɑːntent] ,

charcoal	from	an	ancient	fire	may	be	analyzed	for	its	remaining	^{14}C	content	,
木炭	从	一个	古老的	火	可能	是	分析	为了	它是	其余的	^{14}C	内容	,

可以分析史前崖居的一小段椽木或古代火灾遗留的木炭，以确定其中剩余的^{14}C含量。

[ænd; ənd] [ɪts] [eɪdʒ] [dɪ'tɜːrmɪnd] ['ækjərətli] [wɪ'ðɪn] [ðə; ði] ['mɑːrdʒɪn] [ʌv; əv] [ə; eɪ] [fjuː] ['hʌndrəd] ['jɪrz] .

and	its	age	determined	accurately	within	the	margin	of	a	few	hundred	years	.
和	它是	年龄	决定	准确	之内	这	利润	的	一个	很少	百	年	.

其年代测定准确，误差在几百年之内。

[ðɪs] ['fɪksɪz] [ðə; ði] [taɪm] [æt; ət] [wɪtʃ] [ðə; ði] [wʊd] [fɔːr; fər] [ðə; ði] ['ræftər] [ɔːr] [ðə; ði] ['faɪərwʊd] [wʌz; wəz]

This	fixes	the	time	at	which	the	wood	for	the	rafter	or	the	firewood	was
这	修复	这	时间	在	哪个	这	木头	为了	这	椽	或者	这	柴	曾是

['broʊkən] [ɔːr] [kʌt] [frʌm; frəm] [ðə; ði] ['lɪvɪŋ] [triː] ,

broken	or	cut	from	the	living	tree	,
破碎的	或者	切	从	这	活的	树	,

这样就确定了椽木或柴火是从活树上折断或砍伐下来的时间。

[ænd; ənd] [hens] [ðə; ði] ['pɪriəd] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði] [men] [lɪvd] [huː] [juːst] [ðə; ði] [wʊd] .

and	hence	the	period	in	which	the	men	lived	who	used	the	wood	.
和	因此	这	时期	在	哪个	这	男人	居住地	WHO	用过的	这	木头	.

因此，也就确定了使用木材的人们所生活的时期。

[ðə; ði] [moʊst] ['juːsf(ə)l] ['sæmpəlz] [fɔːr; fər] ['kɑːrbən] - - [eɪdʒ] [dɪˌtɜːrmɪ'neɪʃ(ə)n] [ɑːr; ər] ['tʃɑːrkoʊl] , [wʊd] ,

The	most	useful	samples	for	carbon	-	14	age	determination	are	charcoal	,	wood	,
这	最多	有用	样品	为了	碳	-	-	年龄	决心	是	木炭	,	木头	,

[ænd; ənd] ['ʃɛlz] .

and	shells	.
和	贝壳	.

用于测定碳-14年龄的最有用样品是木炭、木材和贝壳。

['kɑːrbən] - - [kaʊntɪŋ]

Carbon	-	14	Counting
碳	-	-	计数

碳-14计数

['kɑːrbən] - - ['meʒərmənts] [ɑːr; ər] [meɪd] [baɪ] ['teɪkɪŋ] [ə; eɪ] [noʊn] [ə'maʊnt] [ʌv; əv] ['kɑːrbən] ,

Carbon	-	14	measurements	are	made	by	taking	a	known	amount	of	carbon	,
碳	-	-	测量	是	制成	经过	采取	一个	已知	数量	的	碳	,

[ri'djuːsiŋ] [ˌaɪ 'tiː] [tuː; tə] [ə; eɪ] [gæs] ,

reducing	it	to	a	gas	,
减少	它	到	一个	气体	,

碳-14的测量方法是取已知量的碳，将其还原成气体，

[ænd; ənd] [ðen] [kaʊntɪŋ] [ðə; ðɪ] ^{14}C [dɪˌsɪntɪ'greɪʃənz] [ɪn][ðə; ðɪ][gæs] .

and	then	counting	the	^{14}C	disintegrations	in	the	gas	.
和	然后	计数	这	^{14}C	瓦解	在	这	气体	.

然后计算气体中 ^{14}C 的衰变次数。

[ðɪs] [meɪ] [saʊnd] ['sɪmp(ə)l] , [bʌt; bət][ɪn] [riˈæləti] [ðə; ðɪ] ['meʒərmənt] ['prɑːses] [ɪz][ə; eɪ]['fɔːrmɪdəb(ə)l] [ˌʌndər'teɪkɪŋ] ,

This	may	sound	simple	,	but	in	reality	the	measurement	process	is	a	formidable	undertaking	,
这	可能	声音	简单的	,	但	在	现实	这	测量	过程	是	一个	强大	承诺	,

这听起来很简单，但实际上测量过程是一项艰巨的任务。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔːz][ðə; ði] [ə'maʊnt] [ʌv; əv][ðə; ði] ^{14}C ['aɪsətoʊp][ɪn][ðə; ði]['kɑːrbən][ɪz][soʊ] [ɪk'striːmli] [smɔːl] .

because	the	amount	of	the	^{14}C	isotope	in	the	carbon	is	so	extremely	small	.
因为	这	数量	的	这	^{14}C	同位素	在	这	碳	是	所以	极其	小的	.

因为碳中^{14}C同位素的含量非常少。

([ðə; ði] [rɪ'meɪndər] [ʌv; əv][ðə; ði]['kɑːrbən] , [ʌv; əv] [kɔːrs] , [kən'sɪsts] [ʌv; əv] ['ʌðər] ['aɪsəˌtoʊps] — ^{12}C [ɔːr] ^{13}C , [wɪtʃ] [ɑːr; ər]['steɪb(ə)l] .)

(	The	remainder	of	the	carbon	,	of	course	,	consists	of	other	isotopes	—	^{12}C	or	^{13}C	,	which	are	stable	.	)
(	这	余	的	这	碳	,	的	课程	,	由	的	其他	同位素	—	^{12}C	或者	^{13}C	,	哪个	是	稳定的	.	)

（当然，剩余的碳是由其他同位素——稳定的^{12}C或^{13}C组成。）

[ðer; ðər][ɑːr; ər] [tuː] ['beɪsɪk] [tek'niːks] .

There	are	two	basic	techniques	.
那里	是	二	基本的	技术	.

有两种基本技术。

[ðə; ði]['kɑːrbən][kæn; kən][biː; bi] : [wʌn] .

The	carbon	can	be	:	1	.
这	碳	能	是	:	1	.

碳可以是：1.

[bəːnd] [wɪð; wɪθ]['ɑːksɪdʒən][tuː; tə][fɔːrm]['kɑːrbən][daɪ'ɑːksaɪd] , or2 .

Burned	with	oxygen	to	form	carbon	dioxide	,	or2	.
烧伤	和	氧	到	形式	碳	二氧化硫	,	or2	.

与氧气燃烧生成二氧化碳，或2。

[rɪ'djʊst] ['kemɪkli] [tuː; tə] ['meθeɪn] [ɔːr] ['iːθeɪn] ,

Reduced	chemically	to	methane	or	ethane	,
减少	化学	到	甲烷	或者	乙烷	,

经化学还原为甲烷或乙烷，

[ɔːr][tuː; tə][ə; eɪ]['kɑːbaɪd][frʌm; frəm] [wɪtʃ] [ə'setəliːn] [kæn; kən][biː; bi] [ɪ'vɑːlvd] [baɪ] ['ædɪŋ] ['wɔːtər] .

or	to	a	carbide	from	which	acetylene	can	be	evolved	by	adding	water	.
或者	到	一个	碳化物	从	哪个	乙炔	能	是	进化	经过	添加	水	.

或者，通过加水可以从碳化物中释放出乙炔。

([siː] ['bʊklət] ['kʌvər][ænd; ənd] [dɪ'skrɪpʃn] [ɑːn][peɪdʒ] - .)

(	See	booklet	cover	and	description	on	page	59	.	)
(	看	小册子	覆盖	和	描述	在	页	-	.	)

（参见小册子封面及第59页的说明。）

[ðə; ði][fɜːrst] [tek'niːk] [ɪz][ðə; ði]['sɪmpəlɚ, 'sɪmplɚ] ,

The	first	technique	is	the	simpler	,
这	第一的	技术	是	这	更简单	,

第一种方法比较简单，

[bʌt; bət]['kɑ:rbən][daɪ'ɑ:ksaɪd] (CO_2) [kən'teɪnz]['oʊnli][wʌn]['ætəm][ʌv; əv]['kɑ:rbən][pər]['mɑ:lɪkju:l] ,

but	**carbon**	**dioxide**	**(**	**CO_2**	**)**	**contains**	**only**	**one**	**atom**	**of**	**carbon**	**per**	**molecule**	**,**
但	碳	二氧化硫	(	CO_2	)	包含	仅有的	一	原子	的	碳	每	分子	,

但二氧化碳（CO_2）分子中每个只含有一个碳原子，

[ˌwer'æz] [ə'setəli:n] (C_2H_2) [ænd; ənd] ['i:θeɪn] (C_2H_6) [i:tʃ] [kən'teɪn] [tu:] .

whereas	**acetylene**	**(**	**C_2H_2**	**)**	**and**	**ethane**	**(**	**C_2H_6**	**)**	**each**	**contain**	**two**	**.**
然而	乙炔	(	C_2H_2	)	和	乙烷	(	C_2H_6	)	每个	包含	二	.

而乙炔（C_2H_2）和乙烷（C_2H_6）各含有两个碳原子。

['kɑ:nsɪkwentli] , [ðə; ði] [spə'sɪfɪk] [æk'tɪvəti] [ʌv; əv] [ə'setəli:n] or13

Consequently	**,**	**the**	**SPECIFIC**	**ACTIVITY**	**of**	**acetylene**	**or13**
最后	,	这	具体的	活动	的	乙炔	or13

因此，乙炔或13的比活度

['i:θeɪn] [ɪz] [twaɪs] [ðæt] [ʌv; əv]['kɑ:rbən][daɪ'ɑ:ksaɪd] , ['ʌðər] [θɪŋz] ['bi:ɪŋ] ['i:kwəl] .

ethane	**is**	**twice**	**that**	**of**	**carbon**	**dioxide**	**,**	**other**	**things**	**being**	**equal**	**.**
乙烷	是	两次	那	的	碳	二氧化硫	,	其他	事物	存在	平等的	.

在其他条件相同的情况下，乙烷的密度是二氧化碳的两倍。

[fɔ:r; fər] [ðæt] ['ri:z(ə)n] [ə'setəli:n] [ɔ:r] ['i:θeɪn] [ɑ:r; ər][ðə; ði] [prɪ'fɜ:rd] ['gæsɪz][ɪn][sʌm; səm] [lə'bɔrətəriz] .

For	**that**	**reason**	**acetylene**	**or**	**ethane**	**are**	**the**	**preferred**	**gases**	**in**	**some**	**laboratories**	**.**
为了	那	原因	乙炔	或者	乙烷	是	这	首选	气体	在	一些	实验室	.

因此，乙炔或乙烷是某些实验室的首选气体。

[ɑ:n][ðə; ði] ['ʌðər] [hænd] , [ðeɪ] [ɑ:r; ər][ɪk'sploʊsɪv] ,

On	**the**	**other**	**hand**	**,**	**they**	**are**	**explosive**	**,**
在	这	其他	手	,	他们	是	爆炸物	,

另一方面，它们具有爆炸性。

[ænd; ənd] [ðæt] ['kɔ:ʃənz] ['ʌðər] ['saɪəntɪsts] ['ɪntu:]['ju:zɪŋ][ðə; ði]['kɑ:rbən][daɪ'ɑ:ksaɪd] ['meθəd] .

and	**that**	**cautions**	**other**	**scientists**	**into**	**using**	**the**	**carbon**	**dioxide**	**method**	**.**
和	那	警告	其他	科学家	进入	使用	这	碳	二氧化硫	方法	.

这提醒其他科学家要谨慎使用二氧化碳法。

[wɪtʃ'evər] [gæs][ɪz] [ju:st] ,

Whichever	**gas**	**is**	**used**	**,**
任何	气体	是	用过的	,

无论使用哪种气体，

[ˌaɪ 'ti:][ɪz][fɜ:rst][pjʊrəˌfaɪd][ænd; ənd] [ðen] [stɔ:rd] [ɪn][ə; eɪ]['bɑ:t(ə)l][fɔ:r; fər][ə; eɪ] [mʌnθ] [ɔ:r][soʊ] .

it	**is**	**first**	**purified**	**and**	**then**	**stored**	**in**	**a**	**bottle**	**for**	**a**	**month**	**or**	**so**	**.**
它	是	第一的	纯化	和	然后	存储	在	一个	瓶子	为了	一个	月	或者	所以	.

首先进行提纯，然后装瓶保存一个月左右。

[ðɪs] ['stɔ:rɪdʒ] [ə'laʊz] [fɔ:r; fər] [dɪ'keɪ] ([ˌdɪsə'pɪrəns]) [ʌv; əv] ['eni] ['reɪdɑ:n] , [ðə; ði] ['gæsiəs]

This	**storage**	**allows**	**for**	**decay**	**(**	**disappearance**	**)**	**of**	**any**	**radon**	**,**	**the**	**gaseous**
这	贮存	允许	为了	衰变	(	消失	)	的	任何	氡	,	这	气态

[ˌreɪdioʊ'æktɪv]['prɑ:dʌkt][ʌv; əv][ju'reɪniəm] [dɪ'keɪ] .

radioactive	**product**	**of**	**uranium**	**decay**	**.**
放射性	产品	的	铀	衰变	.

这种储存方式可以使氡（铀衰变产生的放射性气体产物）衰变（消失）。

[ju'reɪniəm][kənˌtæmɪ'neɪʃ(ə)n][ɪz] ['dɪfɪkəlt] [tu:; tə][ə'vɔɪd][æt; ət][ðə; ði] [loʊ][ˌreɪdioʊæk'tɪvəti] ['levlz] [ʌv; əv] ^{14}C ,

Uranium	**contamination**	**is**	**difficult**	**to**	**avoid**	**at**	**the**	**low**	**radioactivity**	**levels**	**of**	**^{14}C**	**,**
铀	污染	是	难的	到	避免	在	这	低的	放射性	级别	的	^{14}C	,

在放射性水平较低的^{14}C下，铀污染很难避免。

[bʌt; bət][ðə; ði][hæf] - [laɪf][ʌv; əv]['reɪdɑ:n][ɪz]['oʊnli][θri:] . - [deɪz] ,

but	**the**	**half**	**-**	**life**	**of**	**radon**	**is**	**only**	**3**	**.**	**82**	**days**	**,**
但	这	一半	-	生活	的	氡	是	仅有的	3	.	-	天	,

但氡的半衰期只有3.82天。

[soʊ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː] [wɪl] [dɪ'keɪ] [tuː; tə][æn; ən] [ˌɪnsɪg'nɪfɪkənt] ['lev(ə)l][ɪn][ə; eɪ] [mʌnθ] .

so	that	it	will	decay	to	an	insignificant	level	in	a	month	.
所以	那	它	将要	衰变	到	一个	微不足道	等级	在	一个	月	.

这样一来，一个月后它就会衰减到微不足道的水平。

['æftər][ðə; ði] ['stɔːrɪdʒ] ['pɪriəd] ,

After	the	storage	period	,
后	这	贮存	时期	,

储存期结束后，

[ðə; ði][gæs][ɪz] [pʌmpt] ['ɪntuː][æn; ən] [ə'reɪ] [ʌv; əv] ['ɪnstrʊmənts] [noʊn] [æz; əz][ə; eɪ] [loʊ] - ['bækgraʊnd]

the	gas	is	pumped	into	an	array	of	instruments	known	as	a	low	-	background
这	气体	是	泵	进入	一个	大批	的	仪器	已知	作为	一个	低的	-	背景

[prə'pɔːrʃən(ə)l] ['kaʊntər] ,

PROPORTIONAL	COUNTER	,
比例	柜台	,

气体被泵入一组被称为低背景比例计数器的仪器中，

[ænd; ənd][ɪts][ˌreɪdioʊæk'tɪvəti][ɪz] [dɪ'tɜːrmɪnd] .

and	its	radioactivity	is	determined	.
和	它是	放射性	是	决定	.

并测定其放射性。

[ðɪs] [ɪz][æn; ən] [ɪn'vɑːlvd] ['prɑːses] .

This	is	an	involved	process	.
这	是	一个	涉及	过程	.

这是一个复杂的过程。

[fɜːrst][ðer; ðər][ɪz][ðə; ði] ['mætər] [ʌv; əv][ðə; ði] ['bækgraʊnd] [kaʊnt] .

First	there	is	the	matter	of	the	BACKGROUND	COUNT	.
第一的	那里	是	这	事情	的	这	背景	数数	.

首先是背景计数的问题。

[ðə; ði] ['bækgraʊnd] [kaʊnt] [ʌv; əv][æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [ɪz][ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv] ['pʌlsɪz] ([kaʊnts]) [ˌaɪ 'tiː]

The	background	count	of	an	instrument	is	the	number	of	pulses	(	counts	)	it
这	背景	数数	的	一个	乐器	是	这	数字	的	脉冲	(	计数	)	它

[wɪl] [gɪv] [pər]['juːnɪt][taɪm] [wen] [ðer; ðər][ɪz][noʊ][ˌreɪdioʊ'æktɪv]['sæmp(ə)l][ɪn][ˌaɪ 'tiː] .

will	give	per	unit	time	when	there	is	no	radioactive	sample	in	it	.
将要	给	每	单元	时间	什么时候	那里	是	不	放射性	样本	在	它	.

仪器的背景计数是指当仪器中没有放射性样品时，仪器每单位时间内发出的脉冲（计数）数。

[ðiːz] [kaʊnts] [ɑːr; ər] [kɔːzd] [baɪ]['kɑːzmɪk]['reɪz] ,

These	counts	are	caused	by	cosmic	rays	,
这些	计数	是	导致	经过	宇宙	射线	,

这些计数是由宇宙射线引起的。

[baɪ][ˌreɪdioʊ'æktɪv][kən,tæmɪ'neɪʃ(ə)n]['ɔːlweɪz] [faʊnd] [ɪn][ðə; ði][və'sɪnəti][ʌv; əv][ðə; ði]['kaʊntər] ,

by	radioactive	contamination	always	found	in	the	vicinity	of	the	counter	,
经过	放射性	污染	总是	成立	在	这	附近	的	这	柜台	,

柜台附近总是存在放射性污染。

[ɔːr][baɪ] ['eni] [kən,tæmɪ'neɪʃ(ə)n][ˌɪn'saɪd][ðə; ði] ['ɪnstrəmənt] .

or	by	any	contamination	inside	the	instrument	.
或者	经过	任何	污染	里面	这	乐器	.

或仪器内部的任何污染。

[ɪn] ^{14}C [kaʊntɪŋ] , [ɔːl] [ðiːz] ['sɔːrsɪz] [ʌv; əv] ['bækgraʊnd] [mʌst; məst][biː; bi] [rɪ'djʊst] [tuː; tə]

In	^{14}C	counting	,	all	these	sources	of	background	must	be	reduced	to
在	^{14}C	计数	,	全部	这些	来源	的	背景	必须	是	减少	到

['neglɪdʒəb(ə)l] ['levlz] .

negligible	levels	.
微不足道	级别	.

在 ^{14}C 计数中，所有这些背景源都必须降低到可忽略的水平。

[ðɪs] [ɪz] [dʌn] [ɪn][ə; eɪ] ['nʌmbər] [ʌv; əv] [weɪz] .

This	is	done	in	a	number	of	ways	.
这	是	完毕	在	一个	数字	的	方式	.

这可以通过多种方式实现。

[fɔːr; fər][wʌn] [θɪŋ] ,

For	one	thing	,
为了	一	事物	,

首先，

[ðə; ði] [hoʊl] [ə'sembli] [ɪz] [kən'strʌktɪd] [wɪð; wɪθ] [sə'raʊndɪŋ] [wɔːlz] [ʌv; əv] [liːd] [ɔːr]['aɪərn] [mɔːr]

the	whole	assembly	is	constructed	with	surrounding	walls	of	lead	or	iron	more
这	所有的	集会	是	建造	和	周围	墙壁	的	带领	或者	铁	更多的

[ðæn; ðən][ə; eɪ] [fʊt] [θɪk] .

than	a	foot	thick	.
比	一个	脚	厚的	.

整个建筑由厚度超过一英尺的铅或铁制成的围墙构成。

[sʌtʃ] [ə; eɪ] [ʃiːld] [wɪl] [stɑːp][ɔːl][ðə; ði] ['gæmə] ['reɪz] ['kʌmɪŋ] [frʌm; frəm][ˌreɪdioʊ'æktɪv][kənˌtæmɪ'neɪʃ(ə)n]

Such	a	shield	will	stop	all	the	GAMMA	RAYS	coming	from	radioactive	contamination
这样的	一个	盾	将要	停止	全部	这	伽马	射线	未来	从	放射性	污染

[ɪn][ðə; ði] ['læbrətɔːri] [ænd; ənd] [mʌtʃ] [ʌv; əv][ðə; ði]['kɑːzmɪk][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] ;

in	the	laboratory	and	much	of	the	cosmic	radiation	;
在	这	实验室	和	很多	的	这	宇宙	辐射	;

这样的屏蔽层可以阻挡实验室中放射性污染产生的所有伽马射线和大部分宇宙辐射；

[haɪ] - ['enərdʒi]['kɑːzmɪk]['reɪz][ænd; ənd][ɔːl]['njuːtrɔnz] [stɪl] [wɪl] [get] [θruː] .

high	-	energy	cosmic	rays	and	all	neutrons	still	will	get	through	.
高的	-	活力	宇宙	射线	和	全部	中子	仍然	将要	得到	通过	.

高能宇宙射线和所有中子仍然会穿透它。

['ðerfɔːr] , [ðer; ðər][ɪz][æn; ən] [ˌæntiˌkoʊ'ɪnsɪdəns] [rɪŋ] [ˌɪn'saɪd][ðə; ði] [liːd] [ʃiːld] .

Therefore	,	there	is	an	ANTICOINCIDENCE	RING	inside	the	lead	shield	.
所以	,	那里	是	一个	反巧合	戒指	里面	这	带领	盾	.

因此，铅屏蔽层内设有防撞环。

[ðɪs] [ɪz][ə; eɪ][sə'lɪndrɪk(ə)l] [speɪs] [kəm'pliːtli] [sə'raʊndɪd] [baɪ] ['gaigə] ['kauntəz] [ðæt] [ɑːr; ər]

This	is	a	cylindrical	space	completely	surrounded	by	GEIGER	COUNTERS	that	are
这	是	一个	圆柱体	空间	完全地	包围	经过	盖革	计数器	那	是

[kə'nektɪd] [tuː; tə] [iːtʃ] ['ʌðər] [ænd; ənd][tuː; tə][ðə; ði]['sæmp(ə)l] ['kaʊntər] [ɪn][ðə; ði]['mɪd(ə)l] .

connected	to	each	other	and	to	the	SAMPLE	COUNTER	in	the	middle	.
连接	到	每个	其他	和	到	这	样本	柜台	在	这	中间	.

这是一个圆柱形空间，四周完全被盖革计数器包围，这些计数器彼此连接，并与中间的样品计数器相连。

[wɪð; wɪθ] [ðɪs] [ə'reɪndʒmənt] , [wen] [ðə; ði]['sæmp(ə)l] ['kaʊntər] [ænd; ənd] ['eni] [rɪŋ] ['kaʊntər] [dɪs'tʃɑːrdʒ]

With	this	arrangement	,	when	the	sample	counter	and	any	ring	counter	discharge
和	这	安排	,	什么时候	这	样本	柜台	和	任何	戒指	柜台	释放

[ˌsaɪm(ə)l'teɪniəsli] ,

simultaneously	,
同时地	,

在这种配置下，当样品计数器和任意环形计数器同时放电时，

[ˌaɪ 'tiː][ɪz][ə; eɪ]['sɪgnəl] [ðæt] [ðə; ði] [pʌls] ['trɪgərɪŋ] [ðɪs] [rɪ'spɑːns] [wʌz; wəz] [kɔːzd] [baɪ][sʌm; səm]

it	is	a	signal	that	the	pulse	triggering	this	response	was	caused	by	some
它	是	一个	信号	那	这	脉冲	触发	这	回复	曾是	导致	经过	一些

[ˌenər'dʒetɪk]['pɑːrtɪk(ə)lz] ,

energetic	particles	,
精力充沛	颗粒	,

这表明引发这种反应的脉冲是由某些高能粒子引起的。

[sʌtʃ] [æz; əz][ə; eɪ]['kɑ:zmɪk][reɪ] , ['pæsɪŋ] [θru:] [ðə; ði] [hoʊl] [ə'sembli] .

such	as	a	cosmic	ray	,	passing	through	the	whole	assembly	.
这样的	作为	一个	宇宙	射线	,	通过	通过	这	所有的	集会	.

例如宇宙射线，穿过整个装置。

[ə; eɪ] [pʌls] [rɪ'kɔ:rdɪd] [ˌsaɪm(ə)l'teɪniəsli] [ɑ:n] [tu:] ['kauntəz] [ɪz] [ˌɔ:tə'mætɪkli] [rɪ'dʒektɪd][frʌm; frəm][ðə; ði]

A	pulse	recorded	simultaneously	on	two	counters	is	automatically	rejected	from	the
一个	脉冲	记录	同时地	在	二	计数器	是	自动地	拒绝	从	这

[kaʊntɪŋ] ['mekəˌnɪzəm] .

counting	mechanisms	.
计数	机制	.

两个计数器同时记录到的脉冲会被计数机构自动剔除。

[sʌm; səm] ['ɪnstrʊmənts] [hæv; həv] [bɪn] [dɪ'zaɪnd] [wɪð; wɪθ][ə; eɪ] ['sɪlɪndər] [ʌv; əv] ['pærəfɪn]

Some	instruments	have	been	designed	with	a	cylinder	of	paraffin
一些	仪器	有	到过	设计	和	一个	圆柱	的	石蜡

immediately14

immediately14

immediately14

有些仪器设计之初就带有一个装有石蜡的圆柱体[14]。

[ˌɪn'saɪd][ðə; ði][ˌænti˛koʊ'ɪnsɪdəns] [rɪŋ] , [tu:; tə] [sloʊ] [daʊn] ['nju:trɔnz][soʊ] [ðæt] [ðeɪ] [kæn; kən][bi:; bi]

inside	the	anticoincidence	ring	,	to	slow	down	neutrons	so	that	they	can	be
里面	这	反巧合	戒指	,	到	慢的	向下	中子	所以	那	他们	能	是

['kæptʃərd] ,

captured	,
捕获	,

在反符合环内，减慢中子的速度以便将其捕获。

[ænd; ənd][wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['faɪn(ə)l] [ʃi:ld] [ʌv; əv] ['haɪli] [pjʊrəˌfaɪd]['mɜ:rkjəri] [bɪ'twi:n] [tu:] ['sɪlɪndəz] [ʌv; əv]

and	with	a	final	shield	of	highly	purified	mercury	between	two	cylinders	of
和	和	一个	最终的	盾	的	高度	纯化	汞	之间	二	气缸	的

[sə'lektɪd; sɪ'lektɪd] [sti:l] [tu:; tə][hoʊld][aʊt]['i:v(ə)n] [mɔ:r] [ˌʌn'wɑ:ntɪd] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] .

selected	steel	to	hold	out	even	more	unwanted	radiation	.
已选	钢	到	抓住	出去	甚至	更多的	不需要	辐射	.

最后，在两根精选钢制圆筒之间夹入一层高纯度汞作为最后一道屏蔽层，以阻挡更多不必要的辐射。

[ə; eɪ]['kɑ:rbən] - - ['kaʊntər] . [sketʃ] ([ə'bʌv]) [ʃoʊz] [ə'reɪndʒmənt] [ʌv; əv][kəm'poʊnənts][ɪn]['foʊtoʊ] (

A	carbon	-	14	counter	.	Sketch	(	above	)	shows	arrangement	of	components	in	photo	(
一个	碳	-	-	柜台	.	草图	(	多于	)	演出	安排	的	成分	在	照片	(

[left]) .

left	)	.
左边	)	.

碳-14计数器。上图为照片（左图）中各组件的排列示意图。

['faɪnəli] , [ðə; ði]['sæmp(ə)l] ['kauntəz] [ɑ:r; ər] [meɪd] [ʌv; əv] ['speʃəli] [sə'lektɪd; sɪ'lektɪd]['met(ə)l] ['tu:bɪŋ] [ðæt]

Finally	,	the	sample	counters	are	made	of	specially	selected	metal	tubing	that
最后	,	这	样本	计数器	是	制成	的	特别	已选	金属	管道	那

[ɪz] [ɪk'stri:mli] [loʊ] [ɪn] radioactive15

is	extremely	low	in	radioactive15
是	极其	低的	在	radioactive15

最后，样品计数器采用放射性极低的特选金属管材制成[15]

['kɑ:ntent] , [wɪð; wɪθ][ə; eɪ] [faɪn] ['waɪər] [stretʃt] [daʊn] [ðə; ði]['mɪd(ə)l] .

content	,	with	a	fine	wire	stretched	down	the	middle	.
内容	,	和	一个	美好的	金属丝	拉伸	向下	这	中间	.

内容物，中间拉紧一根细线。

([ɪn][sʌm; səm]['ri:s(ə)nt] [dɪ'zaɪnz] ,

(	In	some	recent	designs	,
(	在	一些	最近的	设计	,

（在一些近期的设计中，）

[ðə; ði][ˌæntiˌkoʊˈɪnsɪdəns] [rɪŋ] [ænd; ənd]['sæmp(ə)l] ['kaʊntər] [ɑːr; ər] [kəm'baɪnd] [ɪn][ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]

the	**anticoincidence**	**ring**	**and**	**sample**	**counter**	**are**	**combined**	**in**	**a**	**single**
这	反巧合	戒指	和	样本	柜台	是	合并	在	一个	单身的

[sə'lɪndrɪk(ə)l] ['haʊzɪŋ] [wɪð; wɪθ][ə; eɪ] [θɪn] [fɔɪl] [ʌv; əv] ['metəˌlaɪzd] ['plæstɪk] [bɪ'twiːn] [ðem; ðəm] .)

cylindrical	**housing**	**with**	**a**	**thin**	**foil**	**of**	**metallized**	**plastic**	**between**	**them**	**.**	**)**
圆柱体	住房	和	一个	薄的	挫败	的	金属化	塑料	之间	他们	.	)

反符合环和样品计数器组合在一个圆柱形外壳内，两者之间夹有一层薄薄的金属化塑料箔。）

[ə; eɪ] [θɪn] [glæs] ['fɪlɪŋ] [tuːb] [kə'nekts] [ðə; ði]['sæmp(ə)l] ['kaʊntər] [wɪð; wɪθ][ðə; ði][ˌaʊt'saɪd] [wɜːrld] .

A	**thin**	**glass**	**filling**	**tube**	**connects**	**the**	**sample**	**counter**	**with**	**the**	**outside**	**world**	**.**
一个	薄的	玻璃	填充	管子	连接	这	样本	柜台	和	这	外部	世界	.

一根细玻璃填充管将样品计数器与外界连接起来。

['diːteɪl] [ʌv; əv][wʌn] [taɪp] [ʌv; əv]['sæmp(ə)l] - [kaʊntɪŋ] [tuːb] [fɔːr; fər]['kɑːrbən] - - [wɜːrk] .

Detail	**of**	**one**	**type**	**of**	**sample**	**-**	**counting**	**tube**	**for**	**carbon**	**-**	**14**	**work**	**.**
细节	的	一	类型	的	样本	-	计数	管子	为了	碳	-	-	工作	.

碳-14 样品计数管的其中一种细节图。

['kɑːrbən] - - [ɪn] ['benziːn] [gæs]['mɑːləˌkjuːlz][ɪz] [pleɪst] [ɪn][ðə; ði] ['sentrəl] [sel] [ænd; ənd] [mɪkst] [wɪð; wɪθ]

Carbon	**-**	**14**	**in**	**benzene**	**gas**	**molecules**	**is**	**placed**	**in**	**the**	**central**	**cell**	**and**	**mixed**	**with**
碳	-	-	在	苯	气体	分子	是	放置	在	这	中央	细胞	和	混合	和

[ə; eɪ]['fluːɪd] [ðæt] ['sɪntlˌeɪts] ,

a	**fluid**	**that**	**scintillates**	**,**
一个	体液	那	闪烁体	,

将苯气体分子中的碳-14置于中心池中，并与闪烁液体混合。

[ɔːr] [i'mɪts] [laɪt] ['flæʃɪz] , [wen] [ɪk'spoʊzd][tuː; tə][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] .

or	**emits**	**light**	**flashes**	**,**	**when**	**exposed**	**to**	**radiation**	**.**
或者	发出	光	闪光灯	, 什么时候		裸露	到	辐射	.

或者，当暴露于辐射时会发出闪光。

[ˌfoʊtoʊ'mʌltɪˌplaɪər] [tjʊb] [kən'vɜːrt][ðə; ði] ['flæʃɪz] [tuː; tə] [ɪ'lektrɪk] ['signəlz] .

Photomultiplier	**tubes**	**convert**	**the**	**flashes**	**to**	**electric**	**signals**	**.**
光电倍增管	管子	转变	这	闪光灯	到	电的	信号	.

光电倍增管将闪光转换成电信号。

[ðə; ði][ˌreɪdioʊ'kɑːrbən] - ['berɪŋ] [gæs][ɪz] [pʌmpt] ['ɪntuː][ðə; ði]['sæmp(ə)l] ['kaʊntər] [θruː] [ðə; ði] ['fɪlɪŋ]

The	**radiocarbon**	**-**	**bearing**	**gas**	**is**	**pumped**	**into**	**the**	**sample**	**counter**	**through**	**the**	**filling**
这	放射性碳	-	轴承	气体	是	泵	进入	这	样本	柜台	通过	这	填充

[tuːb] ,

tube	**,**
管子	,

含放射性碳的气体通过填充管被泵入样品计数器中，

[ænd; ənd][ɔːl][ðə; ði] [kaʊnts] [rɪ'zʌltɪŋ] [frʌm; frəm][ɪts] [dɪˌsɪntɪ'greɪʃənz] [ɑːr; ər] [rɪ'kɔːrdɪd] [ɪˌlek'trɑːnɪkli] .

and	**all**	**the**	**counts**	**resulting**	**from**	**its**	**disintegrations**	**are**	**recorded**	**electronically**	**.**
和	全部	这	计数	结果	从	它是	瓦解	是	记录	电子方式	.

并且其分解产生的所有计数结果都以电子方式记录下来。

[ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði]['sæmp(ə)l][ɪz]['kælkjuleɪtɪd][frʌm; frəm][ðə; ði] [net] [kaʊntɪŋ] [reɪt] ([ðə; ði]

The	**age**	**of**	**the**	**sample**	**is**	**calculated**	**from**	**the**	**NET**	**COUNTING**	**RATE**	**(**	**the**
这	年龄	的	这	样本	是	计算	从	这	网	计数	速度	(	这

['sæmp(ə)l] [kaʊntɪŋ] [reɪt] ['maɪnəs][ðə; ði] ['bækgraʊnd]) ;

sample	**counting**	**rate**	**minus**	**the**	**background**	**)**	**;**
样本	计数	速度	减	这	背景	)	;

样本年龄是根据净计数率（样本计数率减去背景计数率）计算得出的；

[ðə; ði] ['loʊər] [ðə; ði] [kaʊntɪŋ] [reɪt] [ðə; ði] ['haɪər] [ðə; ði][eɪdʒ] .

the	**lower**	**the**	**counting**	**rate**	**the**	**higher**	**the**	**age**	**.**
这	降低	这	计数	速度	这	更高	这	年龄	.

计数率越低，年龄越大。

[ðə; ði] ['ʌpər] ['lɪmɪt][ʌv; əv][ðə; ði][eɪdʒ] [ðæt] [kæn; kən][bi:; bi] ['meʒərd] [ɪz] [dɪ'tɜ:rmɪnd] [baɪ][ðə; ði]

The	upper	limit	of	the	age	that	can	be	measured	is	determined	by	the
这	上	限制	的	这	年龄	那	能	是	测量	是	决定	经过	这

[stə'tɪstɪk(ə)l] ['erər] ([ðæt] [ɪz] ,

STATISTICAL	ERROR	(	that	is	,
统计	错误	(	那	是	,

可测量年龄的上限由统计误差决定（即，

[baɪ][ðə; ði] ['meʒər] [ʌv; əv][ðə; ði] ['ɪnstrəmənt] ['ækjərəsi]) [ɪn][ðə; ði][net] [kaʊnt] .

by	the	measure	of	the	instrument	accuracy	)	in	the	net	count	.
经过	这	措施	的	这	乐器	准确性	)	在	这	网	数数	.

以仪器精度衡量）净计数。

[ɪn] ['veri] [oʊld]['sæmpəlz] [ðɪs] ['erər] [meɪ] [bi:; bi] [greɪt] [ɪ'nʌf] [soʊ] [ðæt] [ðə; ði]['kælkjuleɪtɪd][eɪdʒ][ʌv; əv]

In	very	old	samples	this	error	may	be	great	enough	so	that	the	calculated	age	of
在	非常	老的	样品	这	错误	可能	是	伟大的	足够的	所以	那	这	计算	年龄	的

[ðə; ði]['sæmp(ə)l] [meɪ] [hæv; həv]['lɪt(ə)l][ɔ:r][noʊ] ['mi:nɪŋ] .

the	sample	may	have	little	or	no	meaning	.
这	样本	可能	有	小的	或者	不	意义	.

对于非常古老的样本，这种误差可能非常大，以至于计算出的样本年龄可能几乎没有意义或根本没有意义。

['kɑ:rbən] - - Results16

Carbon	-	14	Results16
碳	-	-	Results16

碳-14 结果16

['ɑ:bdʒekts] ['deɪtɪd] [baɪ] [ˌreɪdioʊ'kɑ:rbən]

OBJECTS	DATED	BY	RADIOCARBON
对象	日期	经过	放射性碳

放射性碳测年法测定的物品

[her] [ʌv; əv][æn; ən] [i'dʒɪpʃn] ['wʊmən] .

Hair	of	an	Egyptian	woman	.
头发	的	一个	埃及人	女士	.

埃及女性的头发。

- ± - ['jɪrz] [oʊld] .

5020	±	290	years	old	.
-	±	-	年	老的	.

5020±290岁。

['lɪnɪn] ['ræpɪŋ] [frʌm; frəm][ðə; ði] [ded] [si:] [skroʊl] [kən'teɪnɪŋ] [ðə; ði] [bʊk] [ʌv; əv][aɪ'zeɪə; aɪ'zaɪə] .

Linen	wrapping	from	the	Dead	Sea	Scroll	containing	the	Book	of	Isaiah	.
亚麻布	包装	从	这	死的	海	滚动	包含	这	书	的	以赛亚	.

死海古卷的亚麻布包裹着《以赛亚书》。

- ± - ['jɪrz] [oʊld] .

1917	±	200	years	old	.
-	±	-	年	老的	.

1917 ± 200 年历史。

[pə'ru:viən] [roʊp] .

Peruvian	rope	.
秘鲁	绳索	.

秘鲁绳子。

- ± - ['jɪrz] [oʊld] . -

2632	±	200	years	old	.	17
-	±	-	年	老的	.	-

年龄为2632±200岁。[17]

[priˈgleʃəl] [wʊd] [faʊnd] [ɪn][oʊˈhaɪoʊ] .
Preglacial **wood** **found** **in** **Ohio** **.**
冰川前期 木头 成立 在 俄亥俄州 .

在俄亥俄州发现了冰川形成之前的木材。

[mɔːr] [ðæn; ðən] - , - [ˈjɪrz] [oʊld] .
More **than** **20** **,** **000** **years** **old** **.**
更多的 比 - , - 年 老的 .

已有两万多年的历史。

[roʊp] [ˈsænd(ə)l] [faʊnd] [ɪn][æn; ən] [ˈiːstərn] [ˈɔːrəgən] [keɪv] .
Rope **sandal** **found** **in** **an** **eastern** **Oregon** **cave** **.**
绳索 凉鞋 成立 在 一个 东 俄勒冈州 洞穴 .

在俄勒冈州东部的一个洞穴中发现了一双绳结凉鞋。

[wʌn] [ʌv; əv][ə; eɪ] [per] [ʌv; əv] - [perz] [faʊnd] [ɪn] [ðɪs] [keɪv] .
One **of** **a** **pair** **of** **300** **pairs** **found** **in** **this** **cave** **.**
一 的 一个 一对 的 - 对 成立 在 这 洞穴 .

这是在这个洞穴中发现的300对眼镜中的一对。

- ± - [ˈjɪrz] [oʊld] . -
9035 **±** **325** **years** **old** **.** **18**
- ± - 年 老的 . -

年龄为9035±325岁。[18]

[ˈkɑːrbən] - - [ɪz][baɪ][fɑːr][ðə; ði][moʊst] [ˈwaɪdli] [juːst] [ˈmeθəd] [ʌv; əv] [ˈmeʒərɪŋ] [ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪk][taɪm] .
Carbon **-** **14** **is** **by** **far** **the** **most** **widely** **used** **method** **of** **measuring** **geologic** **time** **.**
碳 - - 是 经过 远的 这 最多 广泛 用过的 方法 的 测量 地质 时间 .

碳-14是迄今为止应用最广泛的地质年代测量方法。

[ˌaɪ ˈtiː][hæz; həz] [bɪˈkʌm] [ðə; ði] [ˈmeɪnsteɪ] [ʌv; əv] [ˌɑːrkiˈɑːlədʒi] [ænd; ənd][dʒiˈɑːlədʒi][fɔːr; fər] [ˈstʌdiz] [ʌv; əv]
It **has** **become** **the** **mainstay** **of** **archeology** **and** **geology** **for** **studies** **of**
它 有 变得 这 支柱 的 考古学 和 地质学 为了 研究 的
[ɪˈvents] [ʌv; əv][ðə; ði][pæst] - ,
events **of** **the** **past** **50** **,**
活动 的 这 过去的 - ,

它已成为考古学和地质学研究过去50年事件的主要手段。

- [ˈjɪrz] [ɔːr][soʊ] , [ænd; ənd][ˈɔːlsoʊ][hæz; həz] [waɪd] [ˌæpləˈkeiʃ(ə)nz][ɪn][ˌklaɪməˈtɑːlədʒi] , [iˈkɑːlədʒi] ,
000 **years** **or** **so** **,** **and** **also** **has** **wide** **applications** **in** **climatology** **,** **ecology** **,**
- 年 或者 所以 , 和 还 有 宽的 应用程序 在 气候学 , 生态 ,
[ænd; ənd] [dʒiˈɑːgrəfi] .
and **geography** **.**
和 地理 .

已有数千年的历史，并且在气候学、生态学和地理学等领域也有广泛的应用。

[ˌaɪ ˈtiː] [wʊd] [biː; bi] [ˈdɪfɪkəlt] [tuː; tə] [pɪk] [aʊt] [ðə; ði][moʊst] [sɪgˈnɪfɪkənt] [ɪgˈzæmp(ə)l][ʌv; əv][ðə; ði][juːz]
It **would** **be** **difficult** **to** **pick** **out** **the** **most** **significant** **example** **of** **the** **use**
它 会 是 难的 到 挑选 出去 这 最多 重要的 例子 的 这 使用
[ʌv; əv] [ðɪs] [ˈmeθəd] ,
of **this** **method** **,**
的 这 方法 ,

要找出运用这种方法的最显著例子，恐怕很难。

[bʌt; bət][wʌn][ɪmˈpɔːrt(ə)nt][ˌkɑːntrɪˈbjuːʃ(ə)n][hæz; həz] [bɪn] [ɪn] [ˈstʌdi] [ʌv; əv][ðə; ði] [ˈɜːrli] [ɪnˈhæbɪtənts][ʌv; əv]
but **one** **important** **contribution** **has** **been** **in** **study** **of** **the** **early** **inhabitants** **of**
但 一 重要的 贡献 有 到过 在 学习 的 这 早期的 居民 的
[nɔːrθ] [əˈmerɪkə] .
North **America** **.**
北 美国 .

但其中一项重要贡献是对北美早期居民的研究。

[wɪð; wɪθ][ðə; ði][eɪd][ʌv; əv] ^{14}C [ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [bɪn] ['pɑːsəb(ə)l][tuː; tə] [deɪt] ['hjuːmən] ['lɪvɪŋ] [saɪts]

With	the	aid	of	^{14}C	it	has	been	possible	to	date	human	living	sites
和	这	援助	的	^{14}C	它	有	到过	可能的	到	日期	人类	活的	网站

[frʌm; frəm] ['meni] [pɔɪnts] [ɪn][ðə; ði] ['westərn] [juˈnaɪtɪd] [steɪts] .

from	many	points	in	the	western	United	States	.
从	许多	积分	在	这	西	团结的	各州	.

借助^{14}C，已经可以确定美国西部许多地方人类居住遗址的年代。

[ðə; ði][fɜːrst] [əˈpɪrəns] [ʌv; əv] [ðiːz] [saɪts] , [əˈbaʊt] - , - ['jɪrz] [əˈgoʊ] ,

The	first	appearance	of	these	sites	,	about	11	,	500	years	ago	,
这	第一的	外貌	的	这些	网站	,	关于	-	,	-	年	前	,

这些遗址最早出现于大约11500年前。

[əˈpærəntli] [ˌkəuinˈsaidid][wɪð; wɪθ][ðə; ði][taɪm] [wen] [ə; eɪ][lænd] [brɪdʒ] [wʌz; wəz]['oʊpən][frʌm; frəm]

apparently	coincided	with	the	time	when	a	land	bridge	was	open	from
显然	巧合	和	这	时间	什么时候	一个	土地	桥	曾是	打开	从

['eɪʒə; 'eɪʃə][tuː; tə] [əˈmerɪkə] ['oʊvər] [wʌt] [ɪz] [naʊ] [ðə; ði] ['berɪŋ] [streɪt] .

Asia	to	America	over	what	is	now	the	Bering	Strait	.
亚洲	到	美国	超过	什么	是	现在	这	白令海峡	海峡	.

这显然与当时连接亚洲和美洲的陆桥（即现在的白令海峡）开放的时间相吻合。

[æn; ən][aɪs] - [friː] ['pæsɪdʒ] [ɪkˈstendɪd] [frʌm; frəm] [ðɪs] [brɪdʒ] [θruː] ['prez(ə)nt] - [deɪ] [əˈlæskə]

An	ice	-	free	passage	extended	from	this	bridge	through	present	-	day	Alaska
一个	冰	-	自由的	通道	扩展	从	这	桥	通过	展示	-	天	阿拉斯加州

[ænd; ənd] ['westərn] ['kænədə][tuː; tə][ðə; ði][juˈnaɪtɪd] [steɪts] .

and	western	Canada	to	the	United	States	.
和	西	加拿大	到	这	团结的	各州	.

从这座桥出发，一条无冰通道穿过今天的阿拉斯加和加拿大西部，一直延伸到美国。

[ðɪs] [meɪ] [hæv; həv] [bɪn] [ðə; ði] [ruːt] ['teɪkən][baɪ][ðə; ði][fɜːrst] ['ɪməgrənts] [tuː; tə] [əˈmerɪkə] — [ə; eɪ]

This	may	have	been	the	route	taken	by	the	first	immigrants	to	America	—	a
这	可能	有	到过	这	路线	已采取	经过	这	第一的	移民	到	美国	—	一个

[ˌpɑːpjuˈleɪʃ(ə)n][ʌv; əv] ['mæməθ] - ['hʌntərz] ,

population	of	mammoth	-	hunters	,
人口	的	长毛象	-	猎人	,

这可能是第一批移民到美洲的路线——他们是一群猛犸象猎人。

[huː] [meɪd] [ðə; ði] [ˌkerˈək.təˈrɪs.tɪk] [flɪnt] ['kləuvis] ['ærəʊ] [ænd; ənd] [spɪr] [pɔɪnts] .

who	made	the	characteristic	flint	Clovis	arrow	and	spear	points	.
WHO	制成	这	特征	燧石	克洛维斯	箭	和	矛	积分	.

是谁制作了克洛维斯标志性的燧石箭头和矛尖。

[ə; eɪ]['kləuvis] ['ærəʊ] [pɔɪnt] [tʃɪpt] [frʌm; frəm] [flɪnt] [baɪ][ðə; ði] ['ɜːrliɪst] [men] [ɑːn][ðə; ði] [əˈmerɪkən] ['kɑːntɪnənt] .

A	Clovis	arrow	point	chipped	from	flint	by	the	earliest	men	on	the	American	continent	.
一个	克洛维斯	箭	观点	缺口	从	燧石	经过	这	最早	男人	在	这	美国人	大陆	.

这是美洲大陆最早的人类用燧石打制的克洛维斯箭头。

[ðə; ði] ['foʊtəgræf] [ɪz]['æktʃuəl][saɪz] .

The	photograph	is	actual	size	.
这	照片	是	实际的	尺寸	.

照片为实际尺寸。

[baɪ][əˈbaʊt] - , - ['jɪrz] [əˈgoʊ] ,

By	about	11	,	000	years	ago	,
经过	关于	-	,	-	年	前	,

大约在11000年前，

[ðiːz] [ˈkləuvis][ˈpiːp(ə)l][hæd; həd] [spred] [əˈkrɔːs][ðə; ði][ˈeriə][ʌv; əv][ðə; ði][juˈnaɪtɪd] [steɪts] [ænd; ənd]

these	Clovis	people	had	spread	across	the	area	of	the	United	States	and
这些	克洛维斯	人们	有	传播	穿过	这	区域	的	这	团结的	各州	和

[ˈɪntuː][ˈmeksɪkoʊ] .

into	Mexico	.
进入	墨西哥	.

这些克洛维斯人已经扩散到美国各地以及墨西哥境内。

[ˌaɪ ˈtiː] [meɪ] [hæv; həv] [bɪn] [ðeɪ] [huː] [kɪld] [ɔːf][ðə; ði] [ˈmæməθ] [ænd; ənd] [ðen] [ˈgrædʒuəli]

It	may	have	been	they	who	killed	off	the	mammoths	and	then	gradually
它	可能	有	到过	他们	WHO	被杀	离开	这	猛犸象	和	然后	逐步地

[əˈsuːmd] [ðə; ði] [ˌkærɪktəˈrɪstɪks] [ʌv; əv][ðə; ði][ˈfoʊlsəm] [ˈkʌltʃər] .

assumed	the	characteristics	of	the	Folsom	culture	.
假定	这	特征	的	这	福尔松	文化	.

或许是他们猎杀了猛犸象，然后逐渐形成了福尔松文化的特征。

[ðə; ði][ˈfoʊlsəm][ˈpiːp(ə)l][wɜːr; wər][ˈbaɪs(ə)n] - [ˈhʌntərz] , [ænd; ənd] [lɔːŋ] [wɜːr; wər] [θɔːt] [tuː; tə]

The	Folsom	people	were	bison	-	hunters	,	and	long	were	thought	to
这	福尔松	人们	是	野牛	-	猎人	,	和	长的	是	想法	到

[hæv; həv] [bɪn] [ðə; ði][fɜːrst][ˌpɑːpjuˈleɪʃ(ə)n][ɪn][əˈmerɪkə] .

have	been	the	first	population	in	America	.
有	到过	这	第一的	人口	在	美国	.

福尔松人是野牛猎人，长期以来人们认为他们是美洲最早的居民。

[ˌaɪ ˈtiː][wʌz; wəz][wɪð; wɪθ][ðə; ði][juːz][ʌv; əv] ^{14}C [ðæt] [ˌaɪ ˈtiː]['faɪnəli][wʌz; wəz]['pɑːsəb(ə)l][tuː; tə] [pleɪs] [ðiːz]

It	was	with	the	use	of	^{14}C	that	it	finally	was	possible	to	place	these
它	曾是	和	这	使用	的	^{14}C	那	它	最后	曾是	可能的	到	地方	这些

[tuː] [ˈkʌltʃər] [ɪn][ˈprɑːpər] [ˈsiːkwəns] — [ðə; ði][ˈkləuvis][fɜːrst] — [ænd; ənd][tuː; tə]['kɔːrəleɪt; 'kɔːrələt]

two	cultures	in	proper	sequence	—	the	Clovis	first	—	and	to	correlate
二	文化	在	恰当的	顺序	—	这	克洛维斯	第一的	—	和	到	相关

[ðem; ðəm][wɪð; wɪθ][ˈmeɪdʒər]['nætʃ(ə)rəl]['tʃeɪndʒɪz] ,

them	with	major	natural	changes	,
他们	和	主要的	自然的	变化	,

正是利用^{14}C，才最终能够将这两种文化按正确的顺序排列——克洛维斯文化在前——并将它们与重大的自然变化联系起来。

[ɪˈspeʃəli] [ðə; ði] [ædˈvæns] [ænd; ənd] [rɪˈtriːt] [ʌv; əv] ['gleɪʃərz] [əˈkrɔːs] [ðə; ði]['kɑːntɪnənt] . -

especially	the	advance	and	retreat	of	glaciers	across	the	continent	.	19
尤其	这	进步	和	撤退	的	冰川	穿过	这	大陆	.	-

尤其是冰川在整个大陆上的进退运动。19

[ðə; ði] [lɔːŋ] - [lɪvd] [klɑːks]

THE	LONG	-	LIVED	CLOCKS
这	长的	-	居住地	时钟

长寿的钟表

[ɔːl] [ˈʌðər] ['præktɪk(ə)l][eɪdʒ] - [dɪˌtɜːrmɪˈneɪʃ(ə)n] [skiːmz] [ɑːr; ər] [beɪst] [ɑːn][ə; eɪ] [fjuː] [lɔːŋ] - [lɪvd]

All	other	practical	age	-	determination	schemes	are	based	on	a	few	long	-	lived
全部	其他	实际的	年龄	-	决心	方案	是	基于	在	一个	很少	长的	-	居住地

['aɪsəˌtoʊps] ,

isotopes	,
同位素	,

其他所有实用的年龄测定方案都是基于少数几种长寿命同位素的。

[wɪð; wɪθ][hæf] - [laɪvz; lɪvz] ['relətɪvli] [nɪr] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] ([fɔːr] . [faɪv] ['iːən]) .

with	half	-	lives	relatively	near	the	age	of	the	earth	(	4	.	5	AEONS	)	.
和	一半	-	生活	相对地	靠近	这	年龄	的	这	地球	(	4	.	5	亿万年	)	.

半衰期与地球年龄（4.5 个万年）相对接近。

[ðeɪ] [ɑːr; ər] :
They **are** **:**
他们 是 :

它们是:

['teɪbl] [ˌaɪ'aɪ'aɪ]
Table **III**
桌子 三、

表三

['aɪsətoʊp] [i'mɪts] [di'keiz] [tuː; tə] [hæf] - [laɪf]
Isotope **Emits** **Decays** **to** **Half** **-** **life**
同位素 发出 衰变 到 一半 - 生活

同位素发射衰变至半衰期

[juˈreɪniəm] - - [eɪt] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)lz] [-] [liːd] - - [fɔːr] . - ['iːən]
Uranium **-** **238** **8** **ALPHA** **PARTICLES** **[** **10** **]** **Lead** **-** **206** **4** **.** **51** **aeons**
铀 - - 8 阿尔法 颗粒 [-] 带领 - - 4 . - 亿万年

铀-238 8个α粒子[10] 铅-206 4.51个纪元

[juˈreɪniəm] - - [spɑːnˈteɪniəs] ['fɪʒ(ə)n] [ˌtuːˈtuː] ['frægmənts] - ['mɪljən] ['iːən] [-]
Uranium **-** **238** **Spontaneous** **fission** **2** **Fragments** **10** **million** **aeons** **[** **11** **]**
铀 - - 自发的 裂变 2 片段 - 百万 亿万年 [-]

铀-238 自发裂变 2 个碎片 1000 万年[11]

[juˈreɪniəm] - - ['sɛvən] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)lz] [liːd] - - - . - ['iːən]
Uranium **-** **235** **7** **Alpha** **particles** **Lead** **-** **207** **0** **.** **713** **aeons**
铀 - - 7 阿尔法 颗粒 带领 - - - . - 亿万年

铀-235 7个α粒子 铅-207 0.713个纪元

['θɔːriəm] - - [sɪks] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)lz] [liːd] - - - . [wʌn] ['iːən]
Thorium **-** **232** **6** **Alpha** **particles** **Lead** **-** **208** **14** **.** **1** **aeons**
钍 - - 6 阿尔法 颗粒 带领 - - - . 1 亿万年

钍-232 6个α粒子 铅-208 14.1个纪元

[ruːˈbɪdiəm] - - ['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)l]['strɑːntiəmˌstrɑːnʃiəm] - - [fɔːr] . ['sɛvən] ['iːən]
Rubidium **-** **87** **Beta** **particle** **Strontium** **-** **87** **4** **.** **7** **aeons**
铷 - - Beta 粒子 锶 - - 4 . 7 亿万年

铷-87 β粒子 锶-87 4.7 亿年

[pəˈtæsiəm] - - [ɪˈlektrɑːn] ['kæptʃər] ['ɑːrgɑːn] - - [wʌn] . [θriː] ['iːən]
Potassium **-** **40** **Electron** **capture** **Argon** **-** **40** **1** **.** **3** **aeons**
钾 - - 电子 捕获 氩气 - - 1 . 3 亿万年

钾-40 电子俘获 氩-40 1.3 亿年

['riːniəm] - - [-] ['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)l]['ɑːzmiəm] - - - ['iːən]
Rhenium **-** **187** **[** **12** **]** **Beta** **particle** **Osmium** **-** **187** **40** **aeons**
铼 - - [-] Beta 粒子 锇 - - - 亿万年

铼-187[12] β粒子 锇-187 40个纪元

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [əˈpærənt] [ðæt] ['teɪbl] [iː][ɑːn][peɪdʒ][sɪks] , ['ʃoʊɪŋ] [ðə; ði] [lɔːŋ] - [lɪvd] [ˌreɪdioʊ'æktɪv]['njuːˌklaɪd]
It **is** **apparent** **that** **Table** **II** **on** **page** **6** **,** **showing** **the** **long** **-** **lived** **radioactive** **nuclides**
它 是 明显 那 桌子 二 在 页 6 , 显示 这 长的 - 居住地 放射性 核素
,
,
,

很明显，第6页的表二列出了长寿命放射性核素，

[ɪz] [mʌtʃ] [lɔːŋgər][ðæn; ðən][ðə; ði][lɪst][ʌv; əv][ðə; ði]['sev(ə)n] [ʃoʊn] [hɪr] [ðæt] [ɑːr; ər] ['æktʃuəli] ['juːsf(ə)l]
is much longer than the list of the seven shown here that are actually useful
是 很多 更长 比 这 列表 的 这 七 所示 这里 那 是 实际上 有用
[ɪn] ['præktɪs] .
in practice .
在 实践 .

实际有用的方法远不止这里列出的七个。

[sʌm; səm][ʌv; əv][ðə; ði]['njuːˌklaɪd] [ðæt] [ɑːr; ər] [ˌθiːə'retɪkli] [ə'veɪləb(ə)l][ɑːr; ər] ['juːsləs] [ɑːn][ə; eɪ]
Some of the nuclides that are theoretically available are useless on a
一些 的 这 核素 那 是 理论上 可用的 是 无用 在 一个
['præktɪk(ə)l]['beɪsɪs] ,
practical basis ,
实际的 基础 ,

一些理论上可用的核素在实际应用中毫无用处。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔːz] [ðeɪ] [ɑːr; ər][soʊ] [rer] [ɪn] ['neɪtʃər] .
because they are so rare in nature .
因为 他们 是 所以 稀有的 在 自然 .

因为它们在自然界中非常罕见。

['meni] ['ʌðər] ['kænɑːt][biː; bi] [juːst] [fɔːr; fər] ['riːz(ə)nz] [ðæt] [ɑːr; ər][ˌfʌndə'ment(ə)l][tuː; tə][ðə; ði] [hoʊl]
Many others cannot be used for reasons that are fundamental to the whole
许多 其他的 不能 是 用过的 为了 原因 那 是 基本的 到 这 所有的
['prɑːses] [ʌv; əv] ['nuːkliər] [eɪdʒ][dɪˌtɜːrmɪ'neɪʃ(ə)n][baɪ] “ [hoʊl] ['aʊərglæs] ” ([ðæt] [ɪz] ,
process of nuclear age determination by “ whole hourglass ” (that is ,
过程 的 核 年龄 决心 经过 “ 所有的 滴漏 ” (那 是 ,

许多其他方法由于“全沙漏法”(即,

['perənt] - ['dɔːtər]) ['meθədz] .
parent - daughter) methods .
父母 - 女儿) 方法 .

亲子）方法。

[lets] [lʊk] [æt; ət] [ðiːz] ['riːz(ə)nz] .
Let's look at these reasons .
我们来吧 看 在 这些 原因 .

让我们来看看这些原因。

[ðiːz] ['meθədz] [ɑːr; ər] [beɪst] [ɑːn][kloʊzd] ['sɪstəmz] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði] ['dɔːtər] ['prɑːdʌkt] [ʌv; əv][ðə; ði]
These methods are based on closed systems in which the daughter products of the
这些 方法 是 基于 在 关闭 系统 在 哪个 这 女儿 产品 的 这
[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɑːr; ər] [lɔkt] [wɪð; wɪθ][ðə; ði] ['perənt] [mə'tɪriəl] [frʌm; frəm][ðə; ði] [bɪ'gɪnɪŋ] [ʌv; əv]
radioactive decay are locked with the parent material from the beginning of
放射性 衰变 是 已锁定 和 这 父母 材料 从 这 开始 的
[ðə; ði] ['sɪstəm] ,
the system ,
这 系统 ,

这些方法基于封闭系统，其中放射性衰变的子产物从系统一开始就与母体物质锁定在一起。

[ænd; ənd] ['nʌθɪŋ] [ɪz] ['ædɪd] [ɔːr] [rɪ'muːvd] [ˌðer'æftər] .
and nothing is added or removed thereafter .
和 没有什么 是 额外 或者 已移除 此后 .

此后不再添加或删除任何内容。

[tuː; tə] [steɪt] [ˌaɪ 'tiː][ɪn][tɜːrmz][ʌv; əv]['aʊər; ɑːr][ə'nælədʒi] ,
To state it in terms of our analogy ,
到 状态 它 在 条款 的 我们的 类比 ,

用我们的类比来表述：

[ðə; ði] ['aʊərglæs] [mʌst; məst][biː; bi][ɪn]['pɜːrfɪkt] ['wɜːrkɪŋ] ['ɔːrdər] — [noʊ] [liːks] [ɔːr] [kræks] [pər'mɪtɪd] .

the	hourglass	must	be	in	perfect	working	order	—	no	leaks	or	cracks	permitted	.
这	滴漏	必须	是	在	完美的	在职的	命令	—	不	泄漏	或者	裂缝	允许	.

沙漏必须完好无损——不允许有任何泄漏或裂缝。

[ðer; ðər][ɪz] [ə'nʌðər] [ˌfʌndə'ment(ə)l][rɪ'kwaɪərmənt] : [æt; ət][ðə; ði] [bɪ'gɪnɪŋ] , [ðə; ði] ['bɑːtəm] [pɑːrt][ʌv; əv]

There	is	another	fundamental	requirement	:	At	the	beginning	,	the	bottom	part	of
那里	是	其他	基本的	要求	:	在	这	开始	,	这	底部	部分	的

[ðə; ði] ['aʊərglæs] [mʌst; məst][biː; bi] ['empti] . -

the	hourglass	must	be	empty	.	20
这	滴漏	必须	是	空的	.	-

还有一个基本要求：一开始，沙漏的底部必须是空的。20

[ɪf] [sʌm; səm][sænd][wɜːr; wər] [ɔːl'redi] [ɪn][ðə; ði] ['bɑːtəm] [æt; ət][ðə; ði][stɑːrt] ,

If	some	sand	were	already	in	the	bottom	at	the	start	,
如果	一些	沙	是	已经	在	这	底部	在	这	开始	,

如果一开始底部已经有一些沙子，

[wiː; wi] [wʊd] [mɪ'steɪkənli] [biː; bi][led][tuː; tə] [kən'kluːd] [ðæt] [ðə; ði][taɪm] [ɪ'læpst] [wʌz; wəz][lɔːŋgər]

we	would	mistakenly	be	led	to	conclude	that	the	time	elapsed	was	longer
我们	会	错误地	是	引领	到	结束	那	这	时间	过去	曾是	更长

[ðæn; ðən][ˌaɪ 'tiː] ['æktʃuəli] [wʌz; wəz] .

than	it	actually	was	.
比	它	实际上	曾是	.

我们可能会错误地认为经过的时间比实际的时间要长。

[ðæt] [nə'sesəti] ['pleɪsɪz][ə; eɪ] [sɪ'vɪr] [ˌlɪmɪ'teɪʃ(ə)n][ɑːn][ðə; ði] [taɪp] [ʌv; əv] ['sɪstəm] [wiː; wi][kæn; kən][juːz] .

That	necessity	places	a	severe	limitation	on	the	type	of	system	we	can	use	.
那	必要性	地方	一个	严重	局限性	在	这	类型	的	系统	我们	能	使用	.

这种必要性严重限制了我们能够使用的系统类型。

[kən'sɪdər] , [fɔːr; fər][ɪg'zæmp(ə)l] , [ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv] [pə'tæsiəm] - - ['ɪntuː]['kælsiəm] - - .

Consider	,	for	example	,	the	decay	of	potassium	-	40	into	calcium	-	40	.
考虑	,	为了	例子	,	这	衰变	的	钾	-	-	进入	钙	-	-	.

例如，考虑钾-40衰变为钙-40的过程。

['meʒərɪŋ] [ðɪs] ['prɑːses] [ɪz] ['pɜːrfɪktli] ['suːtəb(ə)l][frʌm; frəm][ðə; ði] [pɔɪnt] [ʌv; əv] [vjuː] [ʌv; əv][hæf] - [laɪf] ,

Measuring	this	process	is	perfectly	suitable	from	the	point	of	view	of	half	-	life	,
测量	这	过程	是	完美	合适的	从	这	观点	的	看法	的	一半	-	生活	,

从半衰期的角度来看，测量这个过程是完全合适的。

[bʌt; bət][ðə; ði] ['dɔːtər] ['prɑːdʌkt][ɪz][aɪ'dentɪk(ə)l][wɪð; wɪθ][ðə; ði][moʊst] ['kɑːmən] ['aɪsətoʊp][ʌv; əv]

but	the	daughter	product	is	identical	with	the	most	common	isotope	of
但	这	女儿	产品	是	完全相同的	和	这	最多	常见的	同位素	的

['ɔːrd(ə)neri]['kælsiəm] .

ordinary	calcium	.
普通的	钙	.

但其子产物与普通钙中最常见的同位素相同。

[ænd; ənd]['kælsiəm][ɪz]['prez(ə)nt] ['evriwer] [ɪn]['neɪtʃər] !

And	calcium	is	present	everywhere	in	nature	!
和	钙	是	展示	到处	在	自然	!

钙在自然界中无处不在！

['iːv(ə)n][ðə; ði]['pjʊrɪst] ['mɪnərəl] [ʌv; əv] [pə'tæsiəm] , ['sɪlvaɪt] ([ðə; ði][sɔːlt] , [pə'tæsiəm] ['klɔːraɪd]) ,

Even	the	purest	mineral	of	potassium	,	sylvite	(	the	salt	,	potassium	chloride	)	,
甚至	这	最纯净的	矿物	的	钾	,	钾盐	(	这	盐	,	钾	氯化物	)	,

即使是纯度最高的钾矿物，钾盐（氯化钾），

[kən'teɪnz] [soʊ] [mʌtʃ] ['kælsiəm][ɪm'pjʊrəti] [ðæt] [ðə; ði][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] ['dɔːtər] ['kælsiəm] ,

contains	so	much	calcium	impurity	that	the	RADIOGENIC	daughter	calcium	,
包含	所以	很多	钙	杂质	那	这	放射成因	女儿	钙	,

含有如此多的钙杂质，以至于放射性子钙，

[prə'du:st] [baɪ][ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv] [pə'tæsiəm] [ɪn][ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk][taɪm] , [ɪz]['neglɪdʒəb(ə)l][ɪn] [kəm'pærɪsn] .

produced	**by**	**the**	**decay**	**of**	**potassium**	**in**	**geologic**	**time**	**,**	**is**	**negligible**	**in**	**comparison**	**.**
生产	经过	这	衰变	的	钾	在	地质	时间	,	是	微不足道	在	比较	.

与此相比，地质时期钾衰变产生的量微乎其微。

[wi:; wi][kæn; kən] [seɪ] [ðæt] [ðə; ði] ['bɑ:təm] [ʌv; əv] [ðɪs] [pə'tæsiəm] - - ['aʊərglæs] [hæz; həz] [bɪn]

We	**can**	**say**	**that**	**the**	**bottom**	**of**	**this**	**potassium**	**-**	**40**	**hourglass**	**has**	**been**
我们	能	说	那	这	底部	的	这	钾	-	-	滴漏	有	到过

[stʌft] [wɪð; wɪθ][soʊ] [mʌtʃ] [sænd][frʌm; frəm][ðə; ði] ['veri] [bɪ'gɪnɪŋ] [ðæt] [ðə; ði] [fju:] [greɪnz] [ðæt] [fɔ:l]

stuffed	**with**	**so**	**much**	**sand**	**from**	**the**	**very**	**beginning**	**that**	**the**	**few**	**grains**	**that**	**fall**
填充	和	所以	很多	沙	从	这	非常	开始	那	这	很少	谷物	那	落下

[θru:] [ðə; ði] [weɪst] [ɑ:r; ər] [lɔ:st] [ɪn][ðə; ði][ˌoʊvər'ɔ:l] [mæs] .

through	**the**	**waist**	**are**	**lost**	**in**	**the**	**overall**	**mass**	**.**
通过	这	腰部	是	丢失的	在	这	全面的	大量的	.

我们可以说，这个钾-40沙漏的底部从一开始就被塞满了沙子，以至于从腰部掉落的几粒沙子都淹没在了整体的质量中。

[ðɪs] ['demənstreits] [ðæt] [ski:mz] [ˌɪn'vɑ:lvɪŋ] [ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv][ə; eɪ] ['relətɪvli] [rer] ['nju:ˌklaɪd]['ɪntu:]

This	**demonstrates**	**that**	**schemes**	**involving**	**the**	**decay**	**of**	**a**	**relatively**	**rare**	**nuclide**	**into**
这	证明	那	方案	涉及	这	衰变	的	一个	相对地	稀有的	核素	进入

[ə; eɪ] ['relətɪvli] ['kɑ:mən] [wʌn][ɑ:r; ər][nɑ:t]['ju:zəb(ə)l] .

a	**relatively**	**common**	**one**	**are**	**not**	**usable**	**.**
一个	相对地	常见的	一	是	不是	可用	.

这表明，涉及相对稀有核素衰变为相对常见核素的方案是不可行的。

['nætʃ(ə)rəl] [dʒi:ɒ'kemɪkl] [sepə'reɪʃnz] [ʌv; əv]['elɪmənts; 'eləmənts][ɑ:r; ər]['nevər]['pɜ:rfɪkt] , ['eniweɪ] .

Natural	**geochemical**	**separations**	**of**	**elements**	**are**	**never**	**perfect**	**,**	**anyway**	**.**
自然的	地球化学	分离	的	元素	是	绝不	完美的	,	反正	.

自然界中元素的地球化学分离本来就不可能完美。

['sɪmələrli] ,

Similarly	**,**
相似地	,

相似地，

[ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv] ['eni] [ʌv; əv][ðə; ði] [rer] [ɜ:rθ] ['elɪmənts; 'eləmənts]['ɪntu:] ['ʌðər] [rer] [ɜ:rθ]

the	**decay**	**of**	**any**	**of**	**the**	**RARE**	**EARTH**	**elements**	**into**	**other**	**rare**	**earth**
这	衰变	的	任何	的	这	稀有的	地球	元素	进入	其他	稀有的	地球

['elɪmənts; 'eləmənts][ɪz][nɑ:t] [pər'tɪkjələrli] ['helpf(ə)l] ,

elements	**is**	**not**	**particularly**	**helpful**	**,**
元素	是	不是	特别	有帮助	,

稀土元素衰变为其他稀土元素并没有什么特别的益处。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z][ðə; ði] [rer] [ɜ:rθ] [ɑ:r; ər][soʊ]['sɪmələr] ['kemɪkli] [ðeɪ] [tend] [tu:; tə]['træv(ə)l] [tə'geðər]

because	**the**	**rare**	**earths**	**are**	**so**	**similar**	**chemically**	**they**	**tend**	**to**	**travel**	**together**
因为	这	稀有的	地球	是	所以	相似的	化学	他们	趋向	到	旅行	一起

[wen] [ðeɪ] [mu:v] [ɪn] ['neɪtʃər] . [-]

when	**they**	**move**	**in**	**nature**	**.**	**[**	**13**	**]**
什么时候	他们	移动	在	自然	.	[	-	]

因为稀土元素的化学性质非常相似，所以它们在自然界中移动时往往会一起移动。[13]

[wer'evər] [ðə; ði] ['perənt]['aɪsətoʊp][goʊz] , [ðə; ði] ['dɔ:tər] [tægz] [ə'lɔ:ŋ] .

Wherever	**the**	**parent**	**isotope**	**goes**	**,**	**the**	**daughter**	**tags**	**along**	**.**
无论	这	父母	同位素	去	,	这	女儿	标签	沿着	.

无论母体同位素去哪里，子体同位素都会跟随而去。

[ðə; ði] [ru:'bɪdiəm] - ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] [klɑ:k]

The	**Rubidium**	**-**	**Strontium**	**Clock**
这	铷	-	锶	钟

铷锶钟

[ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv][ru:'bɪdiəm] - - (^{87}Rb) ['ɪntu:]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] - - (^{87}Sr) [ɪz][pər'hæps][ðə; ði]

The	decay	of	rubidium	-	87	(	^{87}Rb	)	into	strontium	-	87	(	^{87}Sr	)	is	perhaps	the
这	衰变	的	铷	-	-	(	^{87}Rb	)	进入	锶	-	-	(	^{87}Sr	)	是	也许	这

[moʊst]['ju:sf(ə)l] [ski:m] [fɔ:r; fər][ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk][eɪdʒ][dɪˌtɜ:rmɪ'neɪʃ(ə)n] .

most	useful	scheme	for	geologic	age	determination	.
最多	有用	方案	为了	地质	年龄	决心	.

铷-87 (^{87}Rb) 衰变为锶-87 (^{87}Sr) 可能是测定地质年龄最有用的方法。

[ðə; ði] [seɪm] ['prɑ:bləm] [ʃoʊz] [ʌp] [hɪr] , [bʌt; bət][æt; ət] [li:st] [ðer; ðər][ɪz][ə; eɪ] [weɪ] [aʊt][ʌv; əv][ðə; ði]

The	same	problem	shows	up	here	,	but	at	least	there	is	a	way	out	of	the
这	相同的	问题	演出	向上	这里	,	但	在	至少	那里	是	一个	方式	出去	的	这

['wɪldərnəs] .

wilderness	.
荒野	.

这里也出现了同样的问题，但至少还有一条出路。

[ˌaɪ 'ti:][ɪz][nɑ:t][ɪg'zæktli]['sɪmp(ə)l] ,

It	is	not	exactly	simple	,
它	是	不是	确切地	简单的	,

这并不简单。

[bʌt; bət][ə; eɪ][kənˌsɪdə'reɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ˌaɪ 'ti:][ɪz][ˌfʌndə'ment(ə)l][tu:; tə] [ˌʌndər'stændɪŋ] [ðə; ði] ['prɑ:ses] [ʌv; əv]

but	a	consideration	of	it	is	fundamental	to	understanding	the	process	of
但	一个	考虑	的	它	是	基本的	到	理解	这	过程	的

['nu:kliər] ['deɪtɪŋ] .

nuclear	dating	.
核	约会	.

但对此进行考虑对于理解核年代测定过程至关重要。

[ðə; ði] ['fɪgjər] [ʃoʊz] ['pætərn] [frʌm; frəm] [mæs] [spek'trɑ:mɪtər] [tʃɑ:ts] ; [i:tʃ] [pi:k] [ˌreprɪ'zents] [æn; ən]

The	figure	shows	patterns	from	mass	spectrometer	charts	;	each	peak	represents	an
这	数字	演出	图案	从	大量的	光谱仪	图表	;	每个	顶峰	代表	一个

['aɪsətoʊp][ʌv; əv]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] ,

isotope	of	strontium	,
同位素	的	锶	,

该图显示了质谱图的模式；每个峰代表锶的一种同位素，

[ænd; ənd][ðə; ði] [haɪt] [ʌv; əv] ['evri] [pi:k] [ɪz][prə'pɔ:rʃən(ə)l][tu:; tə][ðə; ði] ['relətɪv] [ə'bʌndəns] [ʌv; əv]

and	the	height	of	every	peak	is	proportional	to	the	relative	abundance	of
和	这	高度	的	每一个	顶峰	是	比例	到	这	相对的	丰富	的

[ðæt] ['aɪsətoʊp] . -

that	isotope	.	21
那	同位素	.	-

每个峰的高度与该同位素的相对丰度成正比。[21]

[ɪn][ðə; ði] ['fɪgjər] ,

In	the	figure	,
在	这	数字	,

如图所示，

[ə; eɪ] [ʃoʊz] [ðə; ði] [mæs] - ['spektrəm] [ʌv; əv][ə; eɪ] [rɑ:k] [ɔ:r]['mɪnərəl] [kən'teɪnɪŋ] ['kɑ:mən]

A	shows	the	mass	-	spectrum	of	a	rock	or	mineral	containing	COMMON
一个	演出	这	大量的	-	光谱	的	一个	岩石	或者	矿物	包含	常见的

['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] ([wɪtʃ] [ɪz][ə; eɪ]['mɪkstʃər][ʌv; əv] ['sevrəl] ['aɪsəˌtoʊps]) .

strontium	(	which	is	a	mixture	of	several	isotopes	)	.
锶	(	哪个	是	一个	混合物	的	一些	同位素	)	.

图 A 显示了含有普通锶（几种同位素的混合物）的岩石或矿物的质谱图。

[ðə; ði] [pi:k] [ʌv; əv] ^{87}Sr [ɪz][smɔ:l] [kəm'perd] [tu:; tə][ðə; ði] ['ʌðər] .

The	peak	of	^{87}Sr	is	small	compared	to	the	others	.
这	顶峰	的	^{87}Sr	是	小的	比较的	到	这	其他的	.

与其他元素相比，^{87}Sr 的峰值较小。

[biː] [ʃoʊz] [ðə; ði] [mæs] - ['spektrəm] [ʌv; əv]['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm][frʌm; frəm][æn; ən][oʊld][ruː'bɪdiəm] -

B	shows	the	mass	-	spectrum	of	strontium	from	an	old	rubidium	-
B	演出	这	大量的	-	光谱	的	锶	从	一个	老的	铷	-

[rɪtʃ] ['mɪnərəl] ['krɪst(ə)l] , [drɔːn] [tuː; tə][ðə; ði] [seɪm] [skeɪl] ,

rich	mineral	CRYSTAL	,	drawn	to	the	same	scale	,
富有的	矿物	水晶	,	绘制	到	这	相同的	规模	,

图B显示了来自富含铷的古老矿物晶体的锶的质谱图，按相同比例绘制。

[æz; əz][fɑːr][æz; əz][ðə; ði]['nɔnreidiə'dʒenik]['aɪsə,toʊps] , ^{84}Sr , ^{86}Sr , [ænd; ənd] ^{88}Sr , [ɑːr; ər] [kən'sɜːrnd] .

as	far	as	the	nonradiogenic	isotopes	,	^{84}Sr	,	^{86}Sr	,	and	^{88}Sr	,	are	concerned	.
作为	远的	作为	这	非放射性	同位素	,	^{84}Sr	,	^{86}Sr	,	和	^{88}Sr	,	是	担心的	.

至于非放射性同位素，即^{84}Sr、^{86}Sr和^{88}Sr。

[ðə; ði] ^{87}Sr [piːk] [ɪn] [ðɪs] ['spektrəm] [ɪz] ['ɑːbviəsli] ['lɑːrdʒər][ðæn; ðən][ɪn][ðə; ði] ['kɑːmən]

The	^{87}Sr	peak	in	this	spectrum	is	obviously	larger	than	in	the	common
这	^{87}Sr	顶峰	在	这	光谱	是	明显地	更大的	比	在	这	常见的

['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm][ɪn][ə; eɪ] .

strontium	in	A	.
锶	在	一个	.

该光谱中的^{87}Sr峰明显比A中常见的锶峰要大。

[ðɪs] [ɪz][bɪ'kəz, bɪ'kɔːz] [ðɪs] ['aɪsətoʊp][ɪz][,reɪdioʊ'dʒenɪk][ænd; ənd][hæz; həz] [bɪn] [ə'kjuːmjuleit] [frʌm; frəm]

This	is	because	this	isotope	is	radiogenic	and	has	been	accumulating	from
这	是	因为	这	同位素	是	放射成因	和	有	到过	累积	从

[ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv][ruː'bɪdiəm] [sɪns] [ðɪs] ['krɪst(ə)l][wʌz; wəz] [fɔːrmd] .

the	decay	of	rubidium	since	this	crystal	was	formed	.
这	衰变	的	铷	自从	这	水晶	曾是	形成	.

这是因为这种同位素是放射性的，自该晶体形成以来，它就一直在从铷的衰变中积累。

[ðə; ði] ['kwestʃən] [wiː; wi][mʌst; məst] ['ænsər] [ɪz] :

The	question	we	must	answer	is	:
这	问题	我们	必须	回答	是	:

我们必须回答的问题是：

[haʊ] [mʌtʃ] [ʌv; əv] [ðɪs] ^{87}Sr [wʌz; wəz] [fɔːrmd] [frʌm; frəm] ^{87}Rb [dɪ'keɪ] [ænd; ənd] [haʊ] [mʌtʃ] [ə'rɪdʒənəli]

How	much	of	this	^{87}Sr	was	formed	from	^{87}Rb	decay	and	how	much	originally
如何	很多	的	这	^{87}Sr	曾是	形成	从	^{87}Rb	衰变	和	如何	很多	起初

[wʌz; wəz]['prez(ə)nt][ɪn][ðə; ði]['krɪst(ə)l][æz; əz][æn; ən][ɪm'pjʊrəti] ?

was	present	in	the	crystal	as	an	impurity	?
曾是	展示	在	这	水晶	作为	一个	杂质	?

其中有多少^{87}Sr是由^{87}Rb衰变形成的，又有多少是晶体中原本存在的杂质?

[ɪf] [ðə; ði] [ə'maʊnt] [ʌv; əv] [ðɪs] [ə'rɪdʒən(ə)l]['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm][ɪz][nɑːt] [tuː] [lɑːrdʒ] ,

If	the	amount	of	this	ORIGINAL	strontium	is	not	too	large	,
如果	这	数量	的	这	原来的	锶	是	不是	也	大的	,

如果原始锶的含量不太高，

[ðə; ði]['prɑːbləm][kæn; kən][biː; bi] ['sɑːlvd] [baɪ]['sɪmp(ə)l] [ə'rɪθmətɪk] .

the	problem	can	be	solved	by	simple	arithmetic	.
这	问题	能	是	已解决	经过	简单的	算术	.

这个问题可以通过简单的算术运算解决。

[fɜːrst] , [wiː; wi][mʌst; məst][faɪnd][ə; eɪ] [gʊd] ['sæmp(ə)l][ʌv; əv] ['kɑːmən] ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm] — [ðæt] [ɪz] ,

First	,	we	must	find	a	good	sample	of	common	strontium	—	that	is	,
第一的	,	我们	必须	寻找	一个	好的	样本	的	常见的	锶	—	那	是	,

['ɔːrd(ə)neri]['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm] ,

ordinary	strontium	,
普通的	锶	,

首先，我们必须找到一个好的普通锶样品——也就是普通的锶，

[ðə; ði][kaɪnd] [ʃoʊn] [æt; ət][left][ɪn][ðə; ði]['fɪgjər] .

the	kind	shown	at	left	in	the	figure	.
这	种类	所示	在	左边	在	这	数字	.

如图左侧所示。

[wi:; wi]['kænɑ:t][rɪ'kwaɪər] [ðæt] [ðɪs] ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][bi:; bi][ɪn'taɪərli] [,ʌnkən'tæmɪneɪtɪd] [baɪ]

We	cannot	require	that	this	strontium	be	entirely	uncontaminated	by
我们	不能	要求	那	这	锶	是	完全	未受污染的	经过

[,reɪdioʊ'dʒenɪk]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] ,

radiogenic	strontium	,
放射成因	锶	,

我们不能要求这种锶完全不受放射性锶的污染。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z][ɔ:l]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][ɪz] [mɔ:r] [ɔ:r] [les] [kən'tæmɪneɪtɪd] .

because	all	strontium	is	more	or	less	contaminated	.
因为	全部	锶	是	更多的	或者较少的		污染	.

因为所有锶都或多或少受到污染。

[wʌt] [wi:; wi] [ni:d] [ɪz]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][kən'tæmɪneɪtɪd][tu:; tə][dʒʌst][ðə; ði] [seɪm] [ɪk'stent][æz; əz]

What	we	need	is	strontium	contaminated	to	just	the	same	extent	as
什么	我们	需要	是	锶	污染	到	只是	这	相同的	程度	作为

[ðə; ði]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] [ðæt] [wʌz; wəz]['teɪkən][æz; əz][æn; ən][ɪm'pjʊrəti]['ɪntu:][ðə; ði][kloʊzd] ['sɪstəm]

the	strontium	that	was	taken	as	an	impurity	into	the	closed	system
这	锶	那	曾是	已采取	作为	一个	杂质	进入	这	关闭	系统

[wen] [,aɪ 'ti:][fɜ:rst] [fɔ:rmd] .

when	it	first	formed	.
什么时候	它	第一的	形成	.

我们需要的是锶的污染程度与最初形成封闭系统时作为杂质进入其中的锶的污染程度完全相同。

[ɪn][,dʒi:ə'lɑ:dʒɪk(ə)l] ['spesimənz] [sʌtʃ] [ə; eɪ] [mə'tɪriəl] [ɪz]['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][ə'veɪləb(ə)l] .

In	geological	specimens	such	a	material	is	usually	available	.
在	地质	标本	这样的	一个	材料	是	通常	可用的	.

这种材料通常在地质标本中可以找到。

['drɔɪŋz] [ʌv; əv] [mæs] - [spek'trɑ:mɪtər] [tʃɑ:ts] ['ʃoʊɪŋ] [ðə; ði][aɪsoʊ'tɑ:pɪk]['spektrə][ʌv; əv] [tu:] [kaɪndz]

Drawings	of	mass	-	spectrometer	charts	showing	the	isotopic	spectra	of	two	kinds
图画	的	大量的	-	光谱仪	图表	显示	这	同位素	光谱	的	二	种类

[ʌv; əv]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] :

of	strontium	:
的	锶	:

质谱仪图表图，显示了两种锶的同位素光谱：

([ə; eɪ]) ['kɑ:mən] ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][ænd; ənd] ([bi:]) ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][frʌm; frəm][æn; ən][oʊld]

(	A	)	common	strontium	and	(	B	)	strontium	from	an	old
(	一个	)	常见的	锶	和	(	B	)	锶	从	一个	老的

['mɪnərəl] [rɪtʃ] [ɪn][ru:'bɪdiəm] .

mineral	rich	in	rubidium	.
矿物	富有的	在	铷	.

（A）普通锶和（B）来自富含铷的古老矿物的锶。

([si:] [peɪdʒ] - [fɔ:r; fər]['foʊtoʊ][ʌv; əv][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɑ:mɪtər] .) -

(	See	page	32	for	photo	of	a	mass	spectrometer	.	)	22
(	看	页	-	为了	照片	的	一个	大量的	光谱仪	.	)	-

（质谱仪照片见第32页。）22

[ru:'bɪdiəm] - - [ænd; ənd]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] - - [fɔ:l][ɑ:n][ðə; ði] [seɪm] [spɑ:t][ɪn][ðə; ði] [mæs]

Rubidium	-	87	and	strontium	-	87	fall	on	the	same	spot	in	the	mass
铷	-	-	和	锶	-	-	落下	在	这	相同的	点	在	这	大量的

['spektrəm] .

spectrum	.
光谱	.

铷-87和锶-87在质谱图中位于同一位置。

['ðerfɔ:r] ,
Therefore **,**
所以 ,

所以，

[ru:'bɪdiəm][mʌst; məst][bi:; bi]['sepəreɪtɪd] ['kemɪkli] [frʌm; frəm]['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] [bɪ'fɔ:r] [ðə; ði]
rubidium **must** **be** **separated** **chemically** **from** **strontium** **before** **the**
铷 必须 是 分开 化学 从 锶 前 这
['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][kæn; kən][bi:; bi]['ænəlaizd][ɪn][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɑ:mɪtər] .
strontium **can** **be** **analyzed** **in** **a** **mass** **spectrometer** **.**
锶 能 是 分析 在 一个 大量的 光谱仪 .

在用质谱仪分析锶之前，必须先用化学方法将铷与锶分离。

[,aɪ 'ti:][ɪz] [dʌn] [wɪð; wɪθ]['aɪən,'aɪɑ:n] - [ɪks'tʃeɪndʒ] ['kɑ:ləmz] .
It **is** **done** **with** **ion** **-** **exchange** **columns** **.**
它 是 完毕 和 离子 - 交换 列 .

这是用离子交换柱完成的。

[fɔ:r] [ʌv; əv][ðem; ðəm][ɑ:r; ər] [ʃoʊn] [ɪn] [ðɪs] ['foʊtəgræf] .
Four **of** **them** **are** **shown** **in** **this** **photograph** **.**
四 的 他们 是 所示 在 这 照片 .

照片中展示了其中四人。

[ðə; ði] ['ɔ:θər] [ʌv; əv] [ðɪs] ['bʊklət] [ɪz] ['ædɪŋ] [ə; eɪ]['sæmp(ə)l] , [dɪ'zɑ:lvd] [ɪn][ə; eɪ] [fju:] [drɑ:ps][ʌv; əv]
The **author** **of** **this** **booklet** **is** **adding** **a** **sample** **,** **dissolved** **in** **a** **few** **drops** **of**
这 作者 的 这 小册子 是 添加 一个 样本 , 溶解 在 一个 很少 滴 的
[,haɪdrə,klɔ:rɪk] ['æsɪd] ,
hydrochloric **acid** **,**
盐酸 酸 ,

这本小册子的作者正在添加一个样品，该样品溶解在几滴盐酸中。

[tu:; tə][ðə; ði]['sekənd] ['kɑ:ləm] .
to **the** **second** **column** **.**
到 这 第二 柱子 .

移至第二列。

[let] [,ju: 'es] [teɪk] [æz; əz]['aʊər; ɑ:r] [kloʊzd] ['sɪstəm] [ə; eɪ]['maɪkə]['krɪst(ə)l][ɪn][ə; eɪ] [mæs] [ʌv; əv] ['grænɪt] .
Let **us** **take** **as** **our** **closed** **system** **a** **mica** **crystal** **in** **a** **mass** **of** **granite** **.**
让 我们 拿 作为 我们的 关闭 系统 一个 云母 水晶 在 一个 大量的 的 花岗岩 .

让我们以一块花岗岩中的云母晶体作为封闭系统。

['maɪkə] [kən'teɪnz] [ə; eɪ] [fer] [ə'maʊnt] [ʌv; əv][ru:'bɪdiəm] , [ænd; ənd][,aɪ 'ti:] [ri'teinz] [ɪts][,reɪdioʊ'dʒenɪk]
Mica **contains** **a** **fair** **amount** **of** **rubidium** **,** **and** **it** **retains** **its** **radiogenic**
云母 包含 一个 公平的 数量 的 铷 , 和 它 保留 它是 放射成因
['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] ['veri] [wel] .
strontium **very** **well** **.**
锶 非常 出色地 .

云母含有相当数量的铷，并且能很好地保留其放射性锶。

[,fɜ:rðər'mɔ:r] , ['maɪkə] ['krɪstl] [ɑ:r; ər]['ɔ:f(ə)n][ə'soʊsieɪtɪd][ɔ:r]['i:v(ə)n] [ɪntər'groʊn] [wɪð; wɪθ][ðə; ði]
Furthermore **,** **mica** **crystals** **are** **often** **associated** **or** **even** **intergrown** **with** **the**
此外 , 云母 晶体 是 经常 联系 或者 甚至 交错生长 和 这
['slendər] ,
slender **,**
苗条 ,

此外，云母晶体通常与细长的晶体伴生，甚至共生，

[rɑ:d] - [ʃeɪpt] ['krɪstl] [ʌv; əv][ə; eɪ]['mɪnərəl] [kɔ:ld] ['æpə,taɪt] — [ə; eɪ] ['fɑ:sfeɪt] [ʌv; əv]['kælsiəm] .
rod **-** **shaped** **crystals** **of** **a** **mineral** **called** **apatite** **—** **a** **phosphate** **of** **calcium** **.**
杆 - 形状 晶体 的 一个 矿物 称为 磷灰石 — 一个 磷酸盐 的 钙 .

磷灰石是一种矿物，呈棒状晶体，是磷酸钙的一种。

[ˌaɪ ˈtiː][ɪz][ˌdʒʌstɪˈfaɪəb(ə)l] , [ɑːn][ðə; ði]['beɪsɪs][ʌv; əv][ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪk(ə)l] ['nɑːlɪdʒ] ,

It	is	justifiable	,	on	the	basis	of	geological	knowledge	,
它	是	合理的	,	在	这	基础	的	地质	知识	,

根据地质学知识，这是合理的。

[tuː; tə] [seɪ] [ðæt] [ðə; ði]['maɪkə][ænd; ənd][ðə; ði]['æpəˌtaɪt] [gruː] [æt; ət] ['rʌfli] [ðə; ði] [seɪm] [taɪm]

to	say	that	the	mica	and	the	apatite	grew	at	roughly	the	same	time
到	说	那	这	云母	和	这	磷灰石	生长	在	大致	这	相同的	时间

[ænd; ənd] [ðʌs] [prɪˈzuːməbli] [frʌm; frəm][ðə; ði] [seɪm] ['lɪkwɪd]['miːdiəm] [ðæt] [bɪ'keɪm] ['grænɪt] [wen]

and	thus	presumably	from	the	same	liquid	medium	that	became	granite	when
和	因此	想必	从	这	相同的	液体	中等的	那	成为	花岗岩	什么时候

[ˌaɪ 'tiː]['leɪtər] [sə'lɪdɪfaɪd] .

it	later	solidified	.
它	之后	凝固	.

也就是说，云母和磷灰石大约在同一时间生长，因此很可能来自同一种液态介质，后来这种介质凝固后变成了花岗岩。

[naʊ] ['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm][ɪz] [ˌdʒiːoʊ'kɛmɪkli] ['sɪmələr][tuː; tə]['kælsiəm] ,

Now	strontium	is	geochemically	similar	to	calcium	,
现在	锶	是	地球化学	相似的	到	钙	,

锶的地球化学性质与钙相似。

[ænd; ənd][sʌm; səm]['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm] [wɪl] [hæv; həv] [gɔːn] ['ɪntuː][ðə; ði]['æpəˌtaɪt]['krɪst(ə)l][ɪn] [pleɪs]

and	some	strontium	will	have	gone	into	the	apatite	crystal	in	place
和	一些	锶	将要	有	已消失	进入	这	磷灰石	水晶	在	地方

[ʌv; əv]['kælsiəm] .

of	calcium	.
的	钙	.

一些锶会取代钙进入磷灰石晶体中。

['æpəˌtaɪt] [kən'teɪnz] [noʊ]['ælkəlis] — [hens] ['æpəˌtaɪt] [wɪl] [hæv; həv]['vɜːrtʃuəli][noʊ][ruː'bɪdiəm] ([wɪtʃ] [ɪz]

Apatite	contains	no	alkalis	—	hence	apatite	will	have	virtually	no	rubidium	(	which	is
磷灰石	包含	不	碱	—	因此	磷灰石	将要	有	几乎	不	铷	(	哪个	是

[æn; ən]['ælkəlaɪ]) [ɪn][ˌaɪ 'tiː][tuː; tə] [kən'tæmɪneɪt] [ðə; ði] ^{87}Sr .

an	alkali	)	in	it	to	contaminate	the	^{87}Sr	.
一个	碱	)	在	它	到	污染	这	^{87}Sr	.

磷灰石不含碱金属——因此磷灰石中几乎不含铷（铷是一种碱金属），不会污染^{87}Sr。

['kɑːnsɪkwentli] , [wen] [wiː; wi][faɪnd]['æpəˌtaɪt][ɪn][æn; ən][oʊld] ['grænɪt] ,

Consequently	,	when	we	find	apatite	in	an	old	granite	,
最后	,	什么时候	我们	寻找	磷灰石	在	一个	老的	花岗岩	,

因此，当我们在古老的花岗岩中发现磷灰石时，

[wiː; wi] [noʊ] [ðə; ði]['æpəˌtaɪt] [wɪl] [stɪl] [kən'teɪn][ðə; ði][kaɪnd][ʌv; əv] ['kɑːmən] ['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm] [ðæt]

we	know	the	apatite	will	still	contain	the	kind	of	common	strontium	that
我们	知道	这	磷灰石	将要	仍然	包含	这	种类	的	常见的	锶	那

[wʌz; wəz]['teɪkən]['ɪntuː][ðə; ði]['maɪkə]['krɪst(ə)l] [wen] [ˌaɪ 'tiː] [gruː] [ə'rɪdʒənəli] .

was	taken	into	the	mica	crystal	when	it	grew	originally	.
曾是	已采取	进入	这	云母	水晶	什么时候	它	生长	起初	.

我们知道磷灰石仍然会含有云母晶体最初生长时吸收的那种普通锶。

[wiː; wi][kæn; kən] ['seprət] [ðə; ði]['æpəˌtaɪt][frʌm; frəm][ðə; ði] ['grænɪt] [baɪ]['stændərd][ˌmɪnərə'lɑːdʒɪkl]

We	can	separate	the	apatite	from	the	granite	by	standard	mineralogical
我们	能	分离	这	磷灰石	从	这	花岗岩	经过	标准	矿物学

[tek'niːks] , ['ekstrækt; ɪk'strækt][ðə; ði]['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm][frʌm; frəm] the23

techniques	,	extract	the	strontium	from	the23
技术	,	提炼	这	锶	从	the23

我们可以利用标准矿物学技术将磷灰石从花岗岩中分离出来，并从中提取锶。

['æpəˌtaɪt] ['kemɪkli] ,

apatite	chemically	,
磷灰石	化学	,

从化学角度来说，磷灰石

[ænd; ənd]['ænəlaɪz][ˌaɪ 'tiː][ɑːn][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɑːmɪtər] [tuː; tə][əb'teɪn][ðə; ði][aɪsoʊ'tɑːpɪk]['spektrəm] —
and analyze it on a mass spectrometer to obtain the isotopic spectrum —
和 分析 它 在 一个 大量的 光谱仪 到 获得 这 同位素 光谱 —
[ðə; ði] ['relətɪv] [ə'maʊnt][ʌv; əv] [iːtʃ] ['aɪsətoʊp][ðæt][ɪz]['prez(ə)nt] .
the relative amount of each isotope that is present .
这 相对的 数量 的 每个 同位素 那 是 展示 .

并用质谱仪进行分析，以获得同位素光谱——每种同位素的相对含量。

[wiː; wi][kæn; kən] [ðen] [pər'fɔːrm][ðə; ði] [seɪm] [aɪsoʊ'tɑːpɪk][ə'næləsɪs][ɑːn][ðə; ði]['strɑːntiəmˌstrɑːnʃiəm]
We can then perform the same isotopic analysis on the strontium
我们 能 然后 履行 这 相同的 同位素 分析 在 这 锶
[ɪk'stræktɪd][frʌm; frəm][ðə; ði]['maɪkə] ,
extracted from the mica ,
提取 从 这 云母 ,

然后我们可以对从云母中提取的锶进行同样的同位素分析。

[ænd; ənd][səb'trækt][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l] (['æpəˌtaɪt]) ['strɑːntiəmˌstrɑːnʃiəm][frʌm; frəm][ðə; ði]['toʊt(ə)l] (['maɪkə]
and subtract the original (apatite) strontium from the total (mica
和 减去 这 原来的 (磷灰石) 锶 从 这 全部的 (云母
) ['strɑːntiəmˌstrɑːnʃiəm] ,
) strontium ,
) 锶 ,

从总锶（云母）含量中减去原始锶（磷灰石）含量，

[tuː; tə][əb'teɪn][ðə; ði][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk][kəm'poʊnənt][ɔːr] ['dɔːtər] ['prɑːdʌkt] .
to obtain the radiogenic component or daughter product .
到 获得 这 放射成因 成分 或者 女儿 产品 .

获取放射性成分或子产物。

([siː] [peɪdʒ] - [fɔːr; fər]['diːteɪlz][ʌv; əv] [ðɪs] ['meθəd] .)
(See page 32 for details of this method .)
(看 页 - 为了 细节 的 这 方法 .)

（有关此方法的详细信息，请参见第32页。）

['ɑːbviəsli] , [ðer; ðər][ɪz][ə; eɪ]['sɜːrt(ə)n] ['erər] [ə'soʊsieɪtɪd][wɪð; wɪθ] ['evri] [aɪsoʊ'tɑːpɪk][ə'næləsɪs] ,
Obviously , there is a certain error associated with every isotopic analysis ,
明显地 , 那里 是 一个 肯定 错误 联系 和 每一个 同位素 分析 ,

显然，任何同位素分析都存在一定的误差。

[soʊ] [sʌtʃ] [ə; eɪ][ˌkælkjuˈleɪʃ(ə)n][ɪz] ['miːnɪŋf(ə)l] ['oʊnli] [wen] [ðə; ði][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk][kəm'poʊnənt][ɪz][lɑːrdʒ]
so such a calculation is meaningful only when the radiogenic component is large
所以 这样的 一个 计算 是 有意义的 仅有的 什么时候 这 放射成因 成分 是 大的
[kəm'perd] [wɪð; wɪθ][ðə; ði] ['erər] [ɪn][ðə; ði] ['meʒərmənt] [ʌv; əv][aɪsoʊ'tɑːpɪk] [ə'bʌndəns] .
compared with the error in the measurement of isotopic abundance .
比较的 和 这 错误 在 这 测量 的 同位素 丰富 .

因此，只有当放射性成分相对于同位素丰度测量误差较大时，这种计算才有意义。

[wen] [wʌn][lɑːrdʒ]['kwɑːntəti][mʌst; məst][biː; bi] [səb'træktɪd] [frʌm; frəm] [ə'nʌðər] [lɑːrdʒ]['kwɑːntəti][tuː; tə]
When one large quantity must be subtracted from another large quantity to
什么时候 一 大的 数量 必须 是 减去 从 其他 大的 数量 到
[əb'teɪn][ə; eɪ] [smɔːl] ['dɪfrəns] ,
obtain a small difference ,
获得 一个 小的 不同之处 ,

当必须从另一个大量中减去一个大量才能得到一个较小的差值时，

[ðer; ðər][ɪz][æn; ən] ['ɑːbviəs] ['lɪmɪt][tuː; tə] [haʊ] [mʌtʃ] [wʌn][kæn; kən] [trʌst] [ðə; ði] [rɪ'zʌlt] .
there is an obvious limit to how much one can trust the result .
那里 是 一个 明显的 限制 到 如何 很多 一 能 相信 这 结果 .

显然，人们对结果的信任程度是有限的。

[ðə; ði] ['æbsəluːt] ['ækjərəsi] [ɪn] ['meʒərɪŋ] ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm]['aɪsətoʊp] [ə'bʌndəns] [ɪz][ə; eɪ] [fjuː]

The	absolute	accuracy	in	measuring	strontium	isotope	abundance	is	a	few
这	绝对	准确性	在	测量	锶	同位素	丰富	是	一个	很少

[tenθs] [ʌv; əv][wʌn] % ,

tenths	of	1	%	,
十分之一	的	1	%	,

测量锶同位素丰度的绝对精度为百分之几个百分点。

['juːzɪŋ][ðə; ði][best] [mæs] [spɛk'trɑːmɪtərz] [naʊ] [ə'veɪləb(ə)l] .

using	the	best	mass	spectrometers	now	available	.
使用	这	最好的	大量的	光谱仪	现在	可用的	.

使用目前最好的质谱仪。

[ɪn] ['præktɪs] ,

In	practice	,
在	实践	,

实际上，

[wʌn][kæn; kən] [trʌst] [ə; eɪ]['kælkjuleɪtɪd][eɪdʒ][fɔːr; fər][ə; eɪ]['spesɪmən]['oʊnli] [wen] [ðə; ði] ^{87}Sr [ɪz][æz; əz]

one	can	trust	a	calculated	age	for	a	specimen	only	when	the	^{87}Sr	is	as
一	能	相信	一个	计算	年龄	为了	一个	标本	仅有的	什么时候	这	^{87}Sr	是	作为

['lɪt(ə)l][æz; əz][ə'baʊt][faɪv] % [ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] .

little	as	about	5	%	radiogenic	.
小的	作为	关于	5	%	放射成因	.

只有当^{87}Sr的放射性含量低至5%左右时，才能相信计算出的样本年龄。

[ðə; ði] [rɪ'zʌlts] [duː][nɑːt] [miːn] [mʌtʃ] [wen] ['oʊnli][wʌn][ɔːr][ˌtuː'tuː] % [ɪz][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] .

The	results	do	not	mean	much	when	only	1	or	2	%	is	radiogenic	.
这	结果	做	不是	意思是	很多	什么时候	仅有的	1	或者	2	%	是	放射成因	.

当只有 1% 或 2% 的物质是放射性物质时，结果意义不大。

[ə; eɪ]['sæmp(ə)l][ʌv; əv] ['grænɪt] ['biːɪŋ] [meɪd] ['redi] [fɔːr; fər] ['krʌʃɪŋ] [ænd; ənd]['mɪnərəl] [ˌsepə'reɪʃn] .

A	sample	of	granite	being	made	ready	for	crushing	and	mineral	separation	.
一个	样本	的	花岗岩	存在	制成	准备好	为了	压碎	和	矿物	分离	.

-

24

-

一块花岗岩样品正准备进行破碎和矿物分离。24

[ðə; ði][juːreɪniəm] ['fɪʒ(ə)n] [klɑːk]

The	Uranium	Fission	Clock
这	铀	裂变	钟

铀裂变钟

[wen] [ə; eɪ] ['nuːtrɑːn] [straɪks] [ðə; ði] ['nuːkliəs] [ʌv; əv][juːreɪniəm] - - (^{235}U) [ɔːr][pluː'toʊniəm] - - (

When	a	neutron	strikes	the	nucleus	of	uranium	-	235	(	^{235}U	)	or	plutonium	-	239	(
什么时候	一个	中子	罢工	这	核	的	铀	-	-	(	^{235}U	)	或者	钚	-	-	(

^{239}Pu) ,

^{239}Pu	)	,
^{239}Pu	)	,

当一个中子撞击铀-235（^{235}U）或钚-239（^{239}Pu）的原子核时，

[ˌaɪ 'tiː] [meɪ] [kɔːz] [ðə; ði] ['nuːkliəs] [tuː; tə] [splɪt] ['ɪntuː] [tuː] ['rʌfli] ['iːkwəl]['frægmənts] , [rɪ'liːsɪŋ]

it	may	cause	the	nucleus	to	split	into	two	roughly	equal	fragments	,	releasing
它	可能	原因	这	核	到	分裂	进入	二	大致	平等的	片段	,	发布

['njuːtrɔnz][ænd; ənd]['enərdʒi] .

neutrons	and	energy	.
中子	和	活力	.

它可能导致原子核分裂成两个大致相等的碎片，释放出中子和能量。

[ðɪs] [ɪz][ðə; ði] [wel] - [noʊn] ['prɑ:ses] [ʌv; əv]['nu:trɑ:n] - [ɪn'djʊst] ['fɪʒ(ə)n] ,
This is the well - known process of neutron - induced fission ,
这 是 这 出色地 - 已知 过程 的 中子 - 诱导 裂变 ,

这就是众所周知的中子诱发裂变过程。

[ðə; ði] ['meθəd] [ɪn] [wɪtʃ] ['nu:kliər]['enərdʒi][ɪz] [prə'du:st] [ɪn][bəuθ] [r'ɪæktəz] [ænd; ənd] [bɑ:mz] . [-]
the method in which nuclear energy is produced in both reactors and bombs . [14]
这 方法 在 哪个 核 活力 是 生产 在 两个都 反应堆 和 炸弹 . [-]

核反应堆和核弹中产生核能的方法。[14]

[ðə; ði][moʊst] ['kɑ:mən] [ju'reɪniəm]['aɪsətoʊp] , ^{238}U , ['ɔ:lsoʊ] [breɪks] [ʌp][baɪ]['fɪʒ(ə)n] , [bʌt; bət] [dʌz] [soʊ]
The most common uranium isotope , ^{238}U , also breaks up by fission , but does so
这 最多 常见的 铀 同位素 , ^{238}U , 还 休息 向上 经过 裂变 , 但 做 所以
[ɔ:l][baɪ][ɪt'self] ,
all by itself ,
全部 经过 本身 ,

最常见的铀同位素^{238}U也会发生裂变，但它是单独发生的。

[wɪ'ðaʊt] [ðə; ði] [ni:d] [fɔ:r; fər] ['eni] [ɪk'stɜ:rn(ə)l]['nju:trɔnz] .
without the need for any external neutrons .
没有 这 需要 为了 任何 外部的 中子 .

无需任何外部中子。

[ðæt] ['prɑ:ses] [ɪz] [spɑ:n'teɪniəs] ['fɪʒ(ə)n] [ænd; ənd][ˌaɪ 'ti:][goʊz][ɑ:n][æt; ət]['rændəm] , ['veri] [mʌtʃ] [laɪk]
That process is spontaneous fission and it goes on at random , very much like
那 过程 是 自发的 裂变 和 它 去 在 在 随机的 , 非常 很多 喜欢
[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] .
radioactive decay .
放射性 衰变 .

这个过程是自发裂变，它是随机进行的，非常像放射性衰变。

[ˌaɪ 'ti:][ɪz][ə; eɪ] ['relətɪvli] [rer] ['prɑ:ses] [ænd; ənd][ðə; ði] ['fɪʒ(ə)n] [hæf] - [laɪf][ɪz] [lɔ:ŋ] — [ə'baʊt] - ['mɪljən]
It is a relatively rare process and the fission half - life is long — about 10 million
它 是 一个 相对地 稀有的 过程 和 这 裂变 一半 - 生活 是 长的 — 关于 - 百万
['i:ən] (- ['jɪrz]) .
aeons (10^{16} years) .
亿万年 (- 年) .

这是一个相对罕见的过程，裂变半衰期很长——大约 1000 万个纪元（10^{16} 年）。

[ðæt] [mi:nz] [ðæt] ['oʊnli][ə'baʊt][wʌn] [spɑ:n'teɪniəs] ['fɪʒ(ə)n] [ə'kɜ:rz] [ɪn][ju'reɪniəm] - - [fɔ:r; fər] ['evri]
That means that only about one spontaneous fission occurs in uranium - 238 - for every
那 方法 那 仅有的 关于 一 自发的 裂变 发生 在 铀 - - 为了 每一个
[ˌtu:'tu:] ['mɪljən] ['ælfə] [di'keiz] .
2 million alpha decays .
2 百万 阿尔法 衰变 .

这意味着，每 200 万次 α 衰变中，铀-238 大约只发生一次自发裂变。

[ðæt] [ɪz] [ɪ'nʌf] [tu:; tə] [meɪk] [ə; eɪ]['ju:sf(ə)l] [klɑ:k] , [haʊ'evər] , [bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z] ^{238}U [ɪz]['prez(ə)nt]['ɔ:lmoʊst]
That is enough to make a useful clock , however , because ^{238}U is present almost
那 是 足够的 到 制作 一个 有用 钟 , 然而 , 因为 ^{238}U 是 展示 几乎
['evriwer] .
everywhere .
到处 .

但这足以制作一个有用的时钟，因为 ^{238}U 几乎无处不在。

([si:] ['teɪbl] [ˌaɪ'aɪ'aɪ][ɑ:n][peɪdʒ] - .)
(See Table III on page 19 .)
(看 桌子 三、 在 页 - .)

（参见第19页表三。）

[ɪ'mædʒɪn][æn; ən]['ætəm][ʌv; əv] ^{238}U [ɪn][sʌm; səm]['mɪnərəl] .

Imagine	**an**	**atom**	**of**	**^{238}U**	**in**	**some**	**mineral**	**.**
想象	一个	原子	的	^{238}U	在	一些	矿物	.

想象一下某种矿物中的^{238}U原子。

[wen] [ðə; ði]['ætəm] ['sʌd(ə)nli] ['fɪʃənz] , [ˌaɪ 'tiː] [breɪks] [ɪn] [tuː] [wɪð; wɪθ][kən'sɪdərəb(ə)l]['enərdʒi] ,

When	**the**	**atom**	**suddenly**	**fissions**	**,**	**it**	**breaks**	**in**	**two**	**with**	**considerable**	**energy**	**,**
什么时候	这	原子	突然	裂变	,	它	休息	在	二	和	大量	活力	,

当原子突然发生裂变时，它会以相当大的能量分裂成两个部分。

[ænd; ənd][ðə; ði] [tuː] ['fɪʒ(ə)n] ['frægmənts][ˌɑːr aɪ 'piː][laɪk] ['kænən] [bɔːlz] [θruː] [ðə; ði] [sə'raʊndɪŋ]

and	**the**	**two**	**fission**	**fragments**	**rip**	**like**	**cannon**	**balls**	**through**	**the**	**surrounding**
和	这	二	裂变	片段	撕裂	喜欢	大炮	球	通过	这	周围

['krɪstəlaɪn] ['strʌktʃər] [ɪn] ['ɑːpəzɪt] [də'rekʃ(ə)nz] ,

crystalline	**structure**	**in**	**opposite**	**directions**	**,**
结晶体	结构	在	对面的	方向	,

两个裂变碎片像炮弹一样，朝相反的方向撕裂周围的晶体结构。

[kri'eɪtɪŋ] ['hævək] [ə'lɔːŋ] [ðə; ði] [weɪ] .

creating	**havoc**	**along**	**the**	**way**	**.**
创建	混乱	沿着	这	方式	.

一路制造混乱。

[ðeɪ] ['træv(ə)l][ə; eɪ] ['dɪstəns] ['sʌmθɪŋ] [laɪk] - ['maikrɔnz] ([fɔːr] ['mɪljənθ] [ʌv; əv][æn; ən] [ɪntʃ])

They	**travel**	**a**	**distance**	**something**	**like**	**10**	**microns**	**(**	**4**	**millionths**	**of**	**an**	**inch**	**)**
他们	旅行	一个	距离	某物	喜欢	-	微米	(	4	百万分之一	的	一个	英寸	)

[bɪ'fɔːr] [ðeɪ] [ɑːr; ər]['faɪnəli] [sləud] [daʊn] [ænd; ənd] [stɑːpt] [baɪ][ɔːl][ðer; ðər] [kə'lɪʒən] [wɪð; wɪθ]

before	**they**	**are**	**finally**	**slowed**	**down**	**and**	**stopped**	**by**	**all**	**their**	**collisions**	**with**
前	他们	是	最后	减速	向下	和	停止	经过	全部	他们的	碰撞	和

['ʌðər] ['ætəmz] .

other	**atoms**	**.**
其他	原子	.

它们行进的距离大约为 10 微米（4 百万分之一英寸），然后由于与其他原子的碰撞而最终减速并停止。

©叶兴阳双语音标有声读物.本网站点所有英文书籍内容均来自公共领域资源。

经叶兴阳老师独家注音、翻译与重新排版，享有完整版权。未经授权禁止转载或商用。

核钟修订版(Nuclear Clocks Revised)
第2/3页

[iːtʃ] ['frægmənts] [pæθ] [rɪ'meɪnz] [bɪ'haɪnd][æz; əz][æn; ən] [ɪn'tensli] ['dæmɪdʒd] [tuːb] [θruː] [ðə; ðɪ]
Each **fragment's** **path** **remains** **behind** **as** **an** **intensely** **damaged** **tube** **through** **the**
每个 片段的 小路 遗迹 在后面 作为 一个 强烈地 损坏的 管子 通过 这
['krɪst(ə)l] .
crystal **.**
水晶 .

每个碎片留下的痕迹都像一条严重受损的管道，贯穿整个晶体。

[ðə; ðɪ] ['prɑːses] [wʌz; wəz] [noʊn] [fɔːr; fər][ə; eɪ] [lɔːŋ] [taɪm] [bɪ'fɔːr] ['eniwʌn] [wʌz; wəz]['eɪb(ə)l][tuː; tə][faɪnd]
The **process** **was** **known** **for** **a** **long** **time** **before** **anyone** **was** **able** **to** **find**
这 过程 曾是 已知 为了 一个 长的 时间 前 任何人 曾是 有能力的 到 寻找
[ðiːz] ['fɪʒ(ə)n] [træks] ([ðə; ðɪ]['dæmɪdʒd] [tjʊb]) [ɪn][ðə; ðɪ] ['krɪstl] .
these **fission** **tracks** **(** **the** **damaged** **tubes** **)** **in** **the** **crystals** **.**
这些 裂变 轨道 (这 损坏的 管子) 在 这 晶体 .

早在人们能够在晶体中发现这些裂变径迹（受损的管子）之前，这个过程就已经为人所知了。

['faɪnəli] , [ə'baʊt] - , [θriː] [jʌŋ] ['fɪzɪsɪsts] , [ɑːr] . [el] . ['flaɪʃɚ] , [piː] . [biː] . [praɪs] , [ænd; ənd]
Finally **,** **about** **1960** **,** **three** **young** **physicists** **,** **R** **.** **L** **.** **Fleischer** **,** **P** **.** **B** **.** **Price** **,** **and**
最后 , 关于 - , 三 年轻的 物理学家 , 拉 . L . 弗莱舍 , P . B . 价格 , 和
[ɑːr] . [em] . ['wɔːkər] ,
R **.** **M** **.** **Walker** **,**
拉 . M . 沃克 ,

最后，大约在 1960 年，三位年轻的物理学家，RL Fleischer、PB Price 和 RM Walker，

['wɜːrkɪŋ] [æt; ət][ðə; ðɪ]['dʒen(ə)rəl] [ɪ'lektrɪk] ['riːsɜːrtʃ] ['læbrətɔːri] ,
working **at** **the** **General** **Electric** **Research** **Laboratory** **,**
在职的 在 这 一般的 电的 研究 实验室 ,

在通用电气研究实验室工作

[fel] [ə'pɑːn][ðə; ðɪ][aɪ'diːə][ʌv; əv] ['etʃɪŋ] ['freʃli] ['broʊkən]['sɝːfəsəz, 'sɜːfəsɪz][ʌv; əv] ['krɪstl] [wɪð; wɪθ]['æsɪd]
fell **upon** **the** **idea** **of** **etching** **freshly** **broken** **surfaces** **of** **crystals** **with** **acid**
跌倒 之上 这 主意 的 蚀刻 新鲜的 破碎的 表面 的 晶体 和 酸
.
:
.

突然想到可以用酸蚀刻晶体新破碎的表面。

[ðeɪ] ['riːzənd] [ðæt] [ə; eɪ]['riːdʒən][soʊ] [ɪn'tensli] [dɪ'stɜːrbd] [baɪ][ðə; ðɪ] ['pæsɪdʒ] [ʌv; əv][ə; eɪ] ['fɪʒ(ə)n]
They **reasoned** **that** **a** **region** **so** **intensely** **disturbed** **by** **the** **passage** **of** **a** **fission**
他们 有理智的 那 一个 地区 所以 强烈地 不安 经过 这 通道 的 一个 裂变
['frægmənt] [ʃʊd; ʃəd][biː; bi] [etʃt] [mɔːr] ['iːzəli] [ænd; ənd] ['diːpli] [ðæn; ðən][ðə; ðɪ] [ˌʌndɪ'stɜːrbd]
fragment **should** **be** **etched** **more** **easily** **and** **deeply** **than** **the** **undisturbed**
分段 应该 是 蚀刻 更多的 容易地 和 深 比 这 未受干扰
[sə'raʊndɪŋ] ['krɪst(ə)l] .
surrounding **crystal** **.**
周围 水晶 .

他们推断，受到裂变碎片强烈扰动的区域应该比周围未受扰动的晶体更容易被蚀刻，而且蚀刻得更深。

[ðæt] [aɪ'diːə] [tɜːrnd] [aʊt] [tuː; tə][biː; bi] [kə'rekt] ,
That **idea** **turned** **out** **to** **be** **correct** **,**
那 主意 转向 出去 到 是 正确的 ,

事实证明这个想法是正确的。

[ænd; ənd] ['fɪʒ(ə)n] [træks] [hæv; həv] [naʊ] [bɪn] [faʊnd] [ɪn]['ɔ:lmoʊst] ['evri] ['kɑ:mən] ['mɪnərəl] ([sɪns]

and	fission	tracks	have	now	been	found	in	almost	every	common	mineral	(	since
和	裂变	轨道	有	现在	到过	成立	在	几乎	每一个	常见的	矿物	(	自从

['ɔ:lmoʊst][ɔ:l]['mɪnɜ-əlz, 'mɪnrəlz][kən'teɪn] [smɔ:l] [ə'maʊnts] [ʌv; əv][ju'reɪniəm]) . -

almost	all	minerals	contain	small	amounts	of	uranium	)	.	25
几乎	全部	矿物	包含	小的	金额	的	铀	)	.	-

现在几乎在所有常见矿物中都发现了裂变径迹（因为几乎所有矿物都含有少量铀）。25

[træks] [ʌv; əv][ju'reɪniəm]['fɪʒ(ə)n] [frʌm; frəm][ə; eɪ]['fɑ:s(ə)l]['æntɪloʊp] [boʊn]['frægmənt][frʌm; frəm]

Tracks	of	uranium	fission	from	a	fossil	antelope	bone	fragment	from
轨道	的	铀	裂变	从	一个	化石	羚羊	骨	分段	从

['hoʊpˌfild] , [keɪp] ['prɑ:vɪns] , [saʊθ] ['æfrɪkə] .

Hopefield	,	Cape	Province	,	South	Africa	.
霍普菲尔德	,	岬	省	,	南	非洲	.

南非开普省霍普菲尔德出土的一块羚羊化石骨骼碎片上的铀裂变痕迹。

[ðə; ði] ['fɪʒ(ə)n] [klɑ:k] ['meθəd] [wɜ:rks] [ðɪs] [weɪ] :

The	fission	clock	method	works	this	way	:
这	裂变	钟	方法	作品	这	方式	:

裂变时钟法的工作原理如下：

[ə; eɪ] ['kli:vɪdʒ] [feɪs] [ɔ:r][ə; eɪ] ['pɑ:lɪʃt] ['sɜ:rfɪs] [ʌv; əv][ə; eɪ]['krɪst(ə)l][ɔ:r] [glæs] ['frægmənt][ɪz] [etʃt]

A	cleavage	face	or	a	polished	surface	of	a	crystal	or	glass	fragment	is	etched
一个	乳沟	脸	或者	一个	抛光	表面	的	一个	水晶	或者	玻璃	分段	是	蚀刻

[wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['su:təb(ə)l]['sɑ:lvənt] .

with	a	suitable	solvent	.
和	一个	合适的	溶剂	.

用合适的溶剂蚀刻晶体或玻璃碎片的解理面或抛光面。

['dɪfrənt] ['æsidz][wɜ:rk] [best] [fɔ:r; fər] ['dɪfrənt] [mə'tɪriəlz] ,

Different	acids	work	best	for	different	materials	,
不同的	酸	工作	最好的	为了	不同的	材料	,

不同的酸最适合用于不同的材料。

[ænd; ənd][ə; eɪ]['su:təb(ə)l] [prə'si:dʒər] [mʌst; məst][bi:; bi] [dɪ'veləpt] [ɪ'speʃəli] [fɔ:r; fər] [i:tʃ] ['sʌbstəns] .

and	a	suitable	procedure	must	be	developed	especially	for	each	substance	.
和	一个	合适的	程序	必须	是	发达	尤其	为了	每个	物质	.

必须针对每种物质制定合适的处理方法。

[ðə; ði] ['etʃɪŋ] [brɪŋz] [aʊt] [ðə; ði]['fɪʒ(ə)n] [træks] [soʊ] [ðeɪ] [kæn; kən][bi:; bi] [si:n] (['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli][æz; əz]

The	etching	brings	out	the	fission	tracks	so	they	can	be	seen	(	usually	as
这	蚀刻	带来	出去	这	裂变	轨道	所以	他们	能	是	已见	(	通常	作为

['lɪt(ə)l]['kɑ:nɪkl] [pɪts]) [ænd; ənd] ['kaʊntɪd] ['ʌndər][ə; eɪ]['maɪkrəskoʊp] .

little	conical	pits	)	and	counted	under	a	microscope	.
小的	锥	坑	)	和	计数	在下面	一个	显微镜	.

蚀刻使裂变径迹显现出来，以便在显微镜下观察（通常表现为小的锥形坑）和计数。

['æftər] [ðɪs] , [ðə; ði]['sæmp(ə)l][ɪz][ɪk'spoʊzd][tu:; tə][ə; eɪ] [noʊn] [ə'maʊnt] [ʌv; əv] [sloʊ] ['nju:trɔnz] [-] [ɪn]

After	this	,	the	sample	is	exposed	to	a	known	amount	of	slow	neutrons	[	15	]	in
后	这	,	这	样本	是	裸露	到	一个	已知	数量	的	慢的	中子	[	-	]	在

[ə; eɪ] ['nu:kliər] [ri'æktər] .

a	nuclear	reactor	.
一个	核	反应堆	.

之后，将样品置于核反应堆中，暴露于已知数量的慢中子[15]。

[nu:] ['fɪʃənz] [ɑ:r; ər] [prə'du:st] ,

New	fissions	are	produced	,
新的	裂变	是	生产	,

产生新的裂变粒子，

[bʌt; bət] [ðɪs] [taɪm] ['oʊnli][ɪn] ^{235}U ([wɪtʃ] [ɪz]['prez(ə)nt][ɪn][ɔ:l]['nætʃ(ə)rəl][ju'reɪniəm][ɪn][ðə; ði][prə'pɔ:rʃ(ə)n]

but	this	time	only	in	^{235}U	(	which	is	present	in	all	natural	uranium	in	the	proportion
但	这	时间	仅有的	在	^{235}U	(	哪个	是	展示	在	全部	自然的	铀	在	这	部分

[ʌv; əv][wʌn]['ætəm][ʌv; əv] ^{235}U [tu:; tə] - . ['sɛvən]['ætəmz][ʌv; əv] ^{238}U) ,

of	1	atom	of	^{235}U	to	137	.	7	atoms	of	^{238}U	)	,
的	1	原子	的	^{235}U	到	-	.	7	原子	的	^{238}U	)	,

但这次只存在于^{235}U中（所有天然铀中都含有^{235}U，比例为1个^{235}U原子比137.7个^{238}U原子）。

[bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z] [sloʊ] ['nju:trɔnz][du:][nɑ:t] [prə'du:s] ['fɪʃənz] [ɪn] ^{238}U . ['æftər][ðə; ði]['nu:trɑ:n] [ɪˌreɪdi'eɪʃn] ,

because	slow	neutrons	do	not	produce	fissions	in	^{238}U	.	After	the	neutron	irradiation	,
因为	慢的	中子	做	不是	生产	裂变	在	^{238}U	.	后	这	中子	辐射	,

因为慢中子不会在^{238}U中引起裂变。中子辐照后，

[ðə; ði] [seɪm] ['sɜ:rfɪs] [ɪz] [etʃt] [ə'gen] , [ænd; ənd][ðə; ði] [nu:] [træks] ['kaʊntɪd] .

the	same	surface	is	etched	again	,	and	the	new	tracks	counted	.
这	相同的	表面	是	蚀刻	再次	,	和	这	新的	轨道	计数	.

同一表面再次被蚀刻，并统计新出现的痕迹。

[ðə; ði][oʊld] [træks] , ['hævɪŋ] [bɪn] [etʃt] [twaɪs] ,

The	old	tracks	,	having	been	etched	twice	,
这	老的	轨道	,	拥有	到过	蚀刻	两次	,

旧铁轨被刻了两遍，

[naʊ] [ə'pɪr] ['lɑ:rdʒər][ænd; ənd] [ðʌs] [kæn; kən][bi:; bi] [dɪ'stɪŋgwɪʃt] [frʌm; frəm][ðə; ði] [nu:] [wʌnz] [ðæt]

now	appear	larger	and	thus	can	be	distinguished	from	the	new	ones	that
现在	出现	更大的	和	因此	能	是	杰出的	从	这	新的	一个	那

[wɜ:r; wər] [kɔ:zd] [baɪ] ^{235}U ['fɪʒ(ə)n] . -

were	caused	by	^{235}U	fission	.	26
是	导致	经过	^{235}U	裂变	.	-

现在它们看起来更大，因此可以与由^{235}U裂变产生的新产生的核壳区分开来。26

[ðə; ði] [reɪt] [æt; ət] [wɪtʃ] ^{238}U [di'keiz] [baɪ] ['fɪʒ(ə)n] , - , [ɪz] [noʊn] ,

The	rate	at	which	^{238}U	decays	by	fission	,	λf	,	is	known	,
这	速度	在	哪个	^{238}U	衰变	经过	裂变	,	-	,	是	已知	,

^{238}U 裂变衰变的速率 λf 是已知的，

[æz; əz][ɑ:r; ər][ðə; ði] [reɪt] [ˌaɪ 'ti:] [di'keiz] [baɪ] ['ælfə] [dɪ'keɪ] , - , [ænd; ənd][ðə; ði]['toʊt(ə)l] ['nʌmbər] [ʌv; əv]

as	are	the	rate	it	decays	by	alpha	decay	,	λα	,	and	the	total	number	of
作为	是	这	速度	它	衰变	经过	阿尔法	衰变	,	-	,	和	这	全部的	数字	的

[sloʊ] ['nju:trɔnz] ,

slow	neutrons	,
慢的	中子	,

以及它通过α衰变衰变的速率λα和慢中子的总数，

[en] , [tu:; tə] [wɪtʃ] [ðə; ði]['sæmp(ə)l][wʌz; wəz][ɪk'spoʊzd][ɪn][ðə; ði] [ri'æktər] .

n	,	to	which	the	sample	was	exposed	in	the	reactor	.
n	,	到	哪个	这	样本	曾是	裸露	在	这	反应堆	.

n，样品在反应器中暴露于该物质。

[ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði]['krɪst(ə)l][ɔ:r] [glæs] [kæn; kən] [ðen] [bi:; bi]['kælkjuleɪtɪd] :

The	age	of	the	crystal	or	glass	can	then	be	calculated	:
这	年龄	的	这	水晶	或者	玻璃	能	然后	是	计算	:

这样就可以计算出水晶或玻璃的年代：

[ti:] =1

t	=1
t	=1

t = 1

-

λα

-

λα

['leɪn] ([wʌn] +

ln	**(**	**1**	**+**
ln	(	1	+

ln (1 +

[ɛn'ɛn 'ɛs]

nNs
nns

nNs

[ˌen 'aɪ]

Ni
尼

尼

× ['kɑːnstənt])

×	**constant**	**)**
×	持续的	)

× 常数)

[wer]

where
在哪里

在哪里

['leɪn] = [ðə; ði]['nætʃ(ə)rəl]['lɔːgərɪðəm] ([lɔːg][tuː; tə][ðə; ði] [beɪs] [iː]) ,

ln	**=**	**the**	**natural**	**logarithm**	**(**	**log**	**to**	**the**	**base**	**e**	**)**	**,**
ln	=	这	自然的	对数	(	日志	到	这	根据	e	)	,

ln = 自然对数（以 e 为底的对数），

[ˌɛn'ɛs] = [ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['ætəmz][ɪn][ðə; ði]['sæmp(ə)l] .

Ns	**=**	**the**	**number**	**of**	**atoms**	**in**	**the**	**sample**	**.**
纳斯	=	这	数字	的	原子	在	这	样本	.

Ns = 样品中的原子数。

[ˌen 'aɪ] = [ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['ætəmz][ʌv; əv] ^{235}U [ɪn][ðə; ði][ɪ'reɪdiːˌeɪtid]['sæmp(ə)l] ,

Ni	**=**	**the**	**number**	**of**	**atoms**	**of**	**^{235}U**	**in**	**the**	**irradiated**	**sample**	**,**
尼	=	这	数字	的	原子	的	^{235}U	在	这	辐照	样本	,

Ni = 辐照样品中^{235}U原子的数量，

[ænd; ənd][ðə; ði]['kɑːnstənt][hæz; həz][ðə; ði]['vælјuː] : ½

and	**the**	**constant**	**has**	**the**	**value**	**:**	**½**
和	这	持续的	有	这	价值	:	½

常数的值为：½

- × - × 10^{-24}

λα	**×**	**582**	**×**	**10^{-24}**
-	×	-	×	10^{-24}

λα × 582 × 10^{-24}

- × - . 7= [fɔːr] . - × 10^{-18}

λf	**×**	**137**	**.**	**7=**	**4**	**.**	**25**	**×**	**10^{-18}**
-	×	-	.	7=	4	.	-	×	10^{-18}

λf × 137.7 = 4.25 × 10^{-18}

['fɪʒ(ə)n] - [træk] ['deɪtɪŋ] [ɪz][ə; eɪ][brænd] [nuː] [tek'niːk] , [stɪl] ['oʊnli]['pɑːrtli] [dɪ'veləpt] .

Fission	**-**	**track**	**dating**	**is**	**a**	**brand**	**new**	**technique**	**,**	**still**	**only**	**partly**	**developed**	**.**
裂变	-	追踪	约会	是	一个	品牌	新的	技术	,	仍然	仅有的	部分	发达	.

裂变径迹测年法是一项全新的技术，目前仍处于部分开发阶段。

[ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [ɪ'nɔːrməs] [reɪndʒ][ænd; ənd][ɪz]['æplɪkəb(ə)l][tuː; tə] ['nuːmərəs] ['mɪnɝəlz, 'mɪnrəlz] ;

It	**has**	**enormous**	**range**	**and**	**is**	**applicable**	**to**	**numerous**	**minerals**	**;**
它	有	巨大的	范围	和	是	适用的	到	很多的	矿物	;

它的应用范围非常广泛，适用于多种矿物；

[ðiːz] [æd'væntɪdʒɪz][ɪm'plaɪ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['laɪkli] [tuː; tə] [bɪ'kʌm] ['veri] ['juːsf(ə)l] .

these	advantages	imply	that	it	is	likely	to	become	very	useful	.
这些	优势	意味着	那	它	是	可能	到	变得	非常	有用	.

这些优势意味着它很可能变得非常有用。

[æn; ən][ə'tɑːmɪk][əb'sɔːrpʃ(ə)n] [ˌspektroʊfoʊ'tɒmətər] [ɪz] [juːst] [tuː; tə] ['meʒər] [ðə; ði] [ə'maʊnt] [ʌv; əv]

An	atomic	absorption	spectrophotometer	is	used	to	measure	the	amount	of
一个	原子	吸收	分光光度计	是	用过的	到	措施	这	数量	的

[pə'tæsiəm] [ɪn]['sæmpəlz][ʌv; əv]['maɪkə] [dɪ'zɑːlvd] [ɪn]['æsɪd] . -

potassium	in	samples	of	mica	dissolved	in	acid	.	27
钾	在	样品	的	云母	溶解	在	酸	.	-

采用原子吸收分光光度计测定溶解于酸中的云母样品中钾的含量。27

-

Plumbology

-

管道学

[ðə; ði][moʊst]['kɑːmplɪkeɪtɪd][ænd; ənd] ['ðerfɔːr] ['prɑːbəbli][ðə; ði][moʊst] ['ɪntrəstɪŋ] [dɪ'keɪ] [skiːm]

The	most	complicated	and	therefore	probably	the	most	interesting	decay	scheme
这	最多	复杂的	和	所以	大概	这	最多	有趣的	衰变	方案

[ʌv; əv][ɔːl][ɪz][ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv][ju'reɪniəm][tuː; tə] [liːd] ,

of	all	is	the	decay	of	uranium	to	lead	,
的	全部	是	这	衰变	的	铀	到	带领	,

所有衰变方案中最复杂，因此也可能是最有趣的，是铀衰变为铅的过程。

[dɪ'skʌvərd] [wel] ['oʊvər][hæf][ə; eɪ] ['sentʃəri] [ə'goʊ][ænd; ənd] [stɪl] [ɪn'tensɪvli] ['stʌdid] .

discovered	well	over	half	a	century	ago	and	still	intensively	studied	.
发现	出色地	超过	一半	一个	世纪	前	和	仍然	密集地	研究	.

这项发现早在半个多世纪前就已存在，至今仍是研究的热点。

[ðer; ðər][ɑːr; ər] ['sevrəl] ['riːz(ə)nz][fɔːr; fər][ðə; ði] ['ɪntrəst] .

There	are	several	reasons	for	the	interest	.
那里	是	一些	原因	为了	这	兴趣	.

人们对此感兴趣的原因有很多。

[fɜːrst] , [ju'reɪniəm][ænd; ənd] [liːd] [ɑːr; ər] [ˌdʒiːoʊ'kɛmɪkli] ['sepəreɪtɪd] [tuː; tə][ə; eɪ] [haɪ] [dɪ'griː] ,

First	,	uranium	and	lead	are	geochemically	separated	to	a	high	degree	,
第一的	,	铀	和	带领	是	地球化学	分开	到	一个	高的	程度	,

首先，铀和铅在地球化学上高度分离，

[nɑːt]['oʊnli][ɑːn][ðə; ði] [smɔːl] [skeɪl] [ʌv; əv][æn; ən] [ɔːr] [dɪ'pɑːzɪt][bʌt; bət]['ɔːlsoʊ][ɑːn][ðə; ði] [skeɪl] [ʌv; əv]

not	only	on	the	small	scale	of	an	ore	deposit	but	also	on	the	scale	of
不是	仅有的	在	这	小的	规模	的	一个	矿石	订金	但	还	在	这	规模	的

[ðə; ði] [ɜːrθ] [æz; əz][ə; eɪ] [hoʊl] .

the	earth	as	a	whole	.
这	地球	作为	一个	所有的	.

不仅在矿床这样的小规模范围内，而且在整个地球的规模范围内。

['sekənd] ,

Second	,
第二	,

第二，

['nætʃ(ə)rəl][ju'reɪniəm][hæz; həz] [tu:] ['aɪsəˌtoʊps][wɪð; wɪθ][hæf] - [laɪvz; lɪvz] [ðæt] [ɑ:r; ər] ['ni:ðər] [tu:] [lɔ:ŋ]

natural	uranium	has	two	isotopes	with	half	-	lives	that	are	neither	too	long
自然的	铀	有	二	同位素	和	一半	-	生活	那	是	两者都不	也	长的

[nɔ:r] [tu:] [ʃɔ:rt] [tu:; tə][bi:; bi]['ju:sf(ə)l] ([ðə; ði] ['greɪtər] [hæf] - [laɪf]['ɔ:lmoʊst][ɪg'zæktli] ['i:kwəlɪŋ] [ðə; ði][eɪdʒ]

nor	too	short	to	be	useful	(	the	greater	half	-	life	almost	exactly	equaling	the	age
也不	也	短的	到	是	有用	(	这	更大的	一半	-	生活	几乎	确切地	等于	这	年龄

[ʌv; əv][ðə; ði] [ɜ:rθ]) ,

of	the	earth	)	,
的	这	地球	)	,

天然铀有两种同位素，它们的半衰期既不太长也不太短，具有实用价值（较长的半衰期几乎与地球的年龄完全相等）。

[ænd; ənd] [ði:z] [hæf] - [laɪvz; lɪvz] ['dɪfər] [frʌm; frəm] [i:tʃ] ['ʌðər] [baɪ][ə; eɪ]['fæktər][ʌv; əv][ə'baʊt][sɪks] . [θri:]

and	these	half	-	lives	differ	from	each	other	by	a	factor	of	about	6	.	3
和	这些	一半	-	生活	不同	从	每个	其他	经过	一个	因素	的	关于	6	.	3

.

:

.

这些半衰期彼此相差约 6.3 倍。

[ðæt] [li:dz] [tu:; tə] ['veri] [ɪm'pɔ:rt(ə)nt] ['kɑ:nsɪkwensɪz] , [æz; əz][wi:; wi][ʃæl; ʃəl] [si:] .

That	leads	to	very	important	consequences	,	as	we	shall	see	.
那	线索	到	非常	重要的	结果	,	作为	我们	将	看	.

这将导致非常重要的后果，我们稍后会看到。

[θɜ:rd] , [ju'reɪniəm][ænd; ənd] [li:d] [ɑ:r; ər][bəuθ] ['kɑ:mən] ,

Third	,	uranium	and	lead	are	both	common	,
第三	,	铀	和	带领	是	两个都	常见的	,

第三，铀和铅都是常见的元素。

[ænd; ənd] [tek'ni:ks] [ɑ:r; ər][ə'veɪləb(ə)l][fɔ:r; fər][iks'træktiŋ][ðem; ðəm][ɪn] ['meʒərəbl] ['kwɑ:ntətiz]

and	techniques	are	available	for	extracting	them	in	measurable	quantities
和	技术	是	可用的	为了	提取	他们	在	可测量的	数量

[frʌm; frəm]['ɔ:lmoʊst]['eni]['nætʃ(ə)rəl] [mə'tɪrɪəl] .

from	almost	any	natural	material	.
从	几乎	任何	自然的	材料	.

并且有多种技术可以从几乎任何天然材料中提取出可测量的量。

[æz; əz][ə; eɪ] ['kɑ:nsɪkwens] [ʌv; əv] [ðɪ:z] ['hæpi] ['sɜ:rkəmstænsɪz] ,

As	a	consequence	of	these	happy	circumstances	,
作为	一个	结果	的	这些	快乐的	情况	,

由于这些令人欣喜的情况，

[ðə; ði] ['stʌdi] [ʌv; əv][ju'reɪniəm][ænd; ənd] [li:d] [hæz; həz][kən'trɪbju:tɪd][ə; eɪ] [greɪt] [di:l] [tu:; tə]

the	study	of	uranium	and	lead	has	contributed	a	great	deal	to
这	学习	的	铀	和	带领	有	贡献	一个	伟大的	交易	到

[ˌʌndər'stændɪŋ] [ðə; ði] ['ɜ:θs] ['hɪstri; 'hɪstəri][ænd; ənd][ðə; ði] ['prɑ:sesɪz] [ðæt] [goʊ][ɑ:n][ˌɪn'saɪd][ˌaɪ 'ti:] .

understanding	the	earth's	history	and	the	processes	that	go	on	inside	it	.
理解	这	地球的	历史	和	这	流程	那	去	在	里面	它	.

对铀和铅的研究极大地增进了我们对地球历史及其内部过程的了解。

[ef] . [dʒi:] . - , [wʌn][ʌv; əv][ðə; ði] [greɪt] [ˌpaɪə'nɪr] [ɪn] [ðɪs] ['stʌdi] , ['dʒoʊkɪŋli] [kɔ:ld] [ðə; ði]

F	.	G	.	Houtermans	,	one	of	the	great	pioneers	in	this	study	,	jokingly	called	the
F	.	G	.	-	,	一	的	这	伟大的	先驱者	在	这	学习	,	开玩笑地	称为	这

['meθəd] - ,

method	PLUMBOLOGY	,
方法	-	,

FG Houtermans是这项研究的伟大先驱之一，他戏称这种方法为“铅学”。

[ænd; ənd][ˌaɪ 'ti:] [si:mz] [ə; eɪ]['ju:sf(ə)l] [neɪm] .

and	it	seems	a	useful	name	.
和	它	似乎	一个	有用	姓名	.

而且这似乎是个很实用的名字。

[ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ]
THE AGE OF THE EARTH
这 年龄 的 这 地球

地球的年龄

[ðə; ði] ['gretɪst] [ə'tʃiːvmənt] [ʌv; əv][ðə; ði] “ - ” [hæz; həz] [bɪn] [ðə; ði][ˌkælkju'leɪʃ(ə)n]
The greatest achievement of the “ plumbologists ” has been the calculation
这 最 成就 的 这 “ - ” 有 到过 这 计算
[ʌv; əv][ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] ,
of the age of the earth ,
的 这 年龄 的 这 地球 ,

“铅水力学专家”最伟大的成就是计算出了地球的年龄。

[fɜːrst][prə'poʊzd][baɪ] - , [ə; eɪ]['dʒɜːrmən] ['fɪzɪsɪst] , [ænd; ənd] [ˌɪndɪ'pendəntli] [baɪ]['ɑːrθər]
first proposed by Houtermans , a German physicist , and independently by Arthur
第一的 建议的 经过 - , 一个 德语 物理学家 , 和 独立 经过 亚瑟
[hoʊlmz] , [ə; eɪ] ['brɪtɪʃ] [dʒi'ɑːlədʒɪst] ,
Holmes , a British geologist ,
福尔摩斯 , 一个 英国 地质学家 ,

该理论最初由德国物理学家豪特曼斯提出，后来英国地质学家亚瑟·霍姆斯也独立提出了该理论。

[ɪn] - [ænd; ənd]['faɪnəli] [pɝ'fɛktəd] [baɪ][siː] . [siː] . ['pætɝsən] [ɪn] - .
in 1946 and finally perfected by C . C . Patterson in 1953 .
在 - 和 最后 完善 经过 C . C . 帕特森 在 - .

1946 年，CC Patterson 最终在 1953 年完善了该技术。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['æktʃuəli] [ə; eɪ] ['ræðər] ['sɪmp(ə)l][ˌkælkju'leɪʃ(ə)n] , [ɔːl'ðoʊ] [ðə; ði] [weɪ] [tuː; tə] [dɪs'kʌvərɪŋ] [ˌaɪ 'tiː]
It is actually a rather simple calculation , although the way to discovering it
它 是 实际上 一个 相当 简单的 计算 , 虽然 这 方式 到 发现 它
[wʌz; wəz][fɑːr][frʌm; frəm] ['iːzi] .
was far from easy .
曾是 远的 从 简单的 .

实际上这是一个相当简单的计算，尽管发现它的过程却远非易事。

[bɪ'fɔːr] [wiː; wi] [lʊk] [æt; ət][ˌaɪ 'tiː][ɪn]['diːteɪl] , [haʊ'evər] ,
Before we look at it in detail , however ,
前 我们 看 在 它 在 细节 , 然而 ,

不过，在我们详细探讨之前，

[lets] [kən'sɪdər][sʌm; səm]['beɪsɪk] [ə'sʌmpʃnz] [ænd; ənd][ɪk'spleɪn] [wʌt] [ɪz] [ment] [baɪ] “ [ðə; ði][eɪdʒ]
let's consider some basic assumptions and explain what is meant by “ the age
我们来吧 考虑 一些 基本的 假设 和 解释 什么 是 意思是 经过 “ 这 年龄
[ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] ” .
of the earth ” .
的 这 地球 ” .

让我们考虑一些基本假设，并解释一下“地球年龄”的含义。

[frʌm; frəm] ['stʌdiɪŋ] [ðə; ði] [mə'kænɪks] [ʌv; əv][ðə; ði]['soʊlər] ['sɪstəm] ,
From studying the mechanics of the solar system ,
从 学习 这 机械学 的 这 太阳的 系统 ,

通过研究太阳系的运行机制，

['saɪəntɪsts] [hæv; həv] [bɪ'kʌm] ['riːz(ə)nəbli] ['sɜːrt(ə)n] [ðæt] [ðə; ði] [ɜːrθ] [ænd; ənd][ðə; ði] ['ʌðər] [p'lænɪts]
scientists have become reasonably certain that the earth and the other planets
科学家 有 变得 合理 肯定 那 这 地球 和 这 其他 行星
[ænd; ənd][ðer; ðər] ['sætlˌaɪts] [ɔːl][wɜːr; wər] [fɔːrmd] [ɪn][ə; eɪ] ['kɑːmən] ['prɑːses] [ɪn][ə; eɪ] ['relətɪvli] [ʃɔːrt]
and their satellites all were formed in a common process in a relatively short
和 他们的 卫星 全部 是 形成 在 一个 常见的 过程 在 一个 相对地 短的
['pɪriəd] [ʌv; əv][taɪm] ,
period of time ,
时期 的 时间 ,

科学家们已经基本确定，地球和其他行星及其卫星都是在相对较短的时间内通过共同的过程形成的。

[ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪkli] ['spiːkɪŋ] .
geologically **speaking** **.**
地质学 请讲 .

从地质学角度来说。

[pərˈhæps][ˌaɪ ˈtiː] [tʊk] [ə; eɪ]['dʌz(ə)n] million28
Perhaps **it** **took** **a** **dozen** **million28**
也许 它 采取 一个 打 million28

或许需要一千二百万28

['jɪrz] [ɔːr][soʊ] , [bʌt; bət] [kəm'perd] [tuː; tə][ðə; ði][taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪˈlæpst] [sɪns] , [ðæt] [ɪz][ə; eɪ]
years **or** **so** **,** **but** **compared** **to** **the** **time** **that** **has** **elapsed** **since** **,** **that** **is** **a**
年 或者 所以 , 但 比较的 到 这 时间 那 有 过去 自从 , 那 是 一个
['twɪŋklɪŋ] .
twinkling **.**
闪烁 .

虽然只有几年时间，但与此后经过的时间相比，这只是转瞬即逝。

[æt; ət][sʌm; səm][taɪm] [suːn] ['æftərwərdz] , [ðə; ði] [ɜːrθ] [bɪˈkeɪm] ['moʊltən] ,
At **some** **time** **soon** **afterwards** **,** **the** **earth** **became** **molten** **,**
在 一些 时间 很快 然后 , 这 地球 成为 熔融的 ,

此后不久，地球就熔化了。

[ɔːr][æt; ət]['eni] [reɪt] ['fluːɪd] [ɪˈnʌf] [tuː; tə] [əˈlaʊ] [mʌtʃ] [ʌv; əv][ɪts]['aɪərn][tuː; tə]['set(ə)l] [tɔːrd] [ðə; ði]
or **at** **any** **rate** **fluid** **enough** **to** **allow** **much** **of** **its** **iron** **to** **settle** **toward** **the**
或者 在 任何 速度 体液 足够的 到 允许 很多 的 它是 铁 到 定居 朝向 这
['sentər] [tuː; tə][fɔːrm][ðə; ði] ['ɝːθs] [kɔːr] .
center **to** **form** **the** **earth's** **core** **.**
中心 到 形式 这 地球的 核 .

或者至少具有足够的流动性，使其中的大部分铁沉降到地心形成地核。

['sɪmələr] ['kɔrz] [prɪˈzuːməbli] [fɔːrmd] [ɪn] ['ʌðər] [pˈlænɪts] .
Similar **cores** **presumably** **formed** **in** **other** **planets** **.**
相似的 核心 想必 形成 在 其他 行星 .

其他行星上可能也形成了类似的内核。

[æz; əz][ðə; ði]['aɪərn] [went] [daʊn] , [ˌaɪ ˈtiː] [tʊk] [sʌm; səm] [liːd] [wɪð; wɪθ][ˌaɪ ˈtiː] , [ænd; ənd][æz; əz][ðə; ði]
As **the** **iron** **went** **down** **,** **it** **took** **some** **lead** **with** **it** **,** **and** **as** **the**
作为 这 铁 去 向下 , 它 采取 一些 带领 和 它 , 和 作为 这
['sɪlɪkə] [went] [ʌp] ,
silica **went** **up** **,**
二氧化硅 去 向上 ,

铁含量下降时，带走了一些铅；二氧化硅含量上升时，

[juˈreɪniəm] ['fɑːloʊd] [ˌaɪ ˈtiː] [tɔːrd] [ðə; ði] ['sɜːrfɪs] , [bɪˈkəz, bɪˈkɔːz][ʌv; əv][ðə; ði]['kemɪk(ə)l] [əˈfɪnəti]
uranium **followed** **it** **toward** **the** **surface** **,** **because** **of** **the** **chemical** **affinity**
铀 随后 它 朝向 这 表面 , 因为 的 这 化学 亲和力
[bɪˈtwiːn] [ðiːz] [kaɪndz][ʌv; əv]['elɪmənts; 'eləmənts] .
between **these** **kinds** **of** **elements** **.**
之间 这些 种类 的 元素 .

由于这类元素之间存在化学亲和力，铀也随之上升到地表。

[ɪn][ðə; ði]['prez(ə)nt] [ɜːrθ] , [wiː; wi][hæv; həv] [faʊnd] , ['ɔːlmoʊst][ɔːl][ðə; ði][juˈreɪniəm][ɪz] ['kɑːnsntreɪtɪd] [ɪn]
In **the** **present** **earth** **,** **we** **have** **found** **,** **almost** **all** **the** **uranium** **is** **concentrated** **in**
在 这 展示 地球 , 我们 有 成立 , 几乎 全部 这 铀 是 集中 在
[ðə; ði][tɑːp] ['leɪər] ,
the **top** **layer** **,**
这 顶部 层 ,

我们发现，在当今地球上，几乎所有的铀都集中在表层。

[ɔːr] [krʌst] ,
or **crust** **,**
或者 地壳 ,

或地壳，

[wɪtʃ] [ɪz] ['oʊnli] [ə'baʊt] - [maɪlz] [θɪk] ['ʌndər] [ðə; ði] ['kɑːntənənts] [ænd; ənd] ['iːv(ə)n] ['θɪnər] ['ʌndər]
which **is** **only** **about** **25** **miles** **thick** **under** **the** **continents** **and** **even** **thinner** **under**
哪个 是 仅有的 关于 - 英里 厚的 在下面 这 各大洲 和 甚至 更薄 在下面
[ðə; ði] ['oʊʃnz] .
the **oceans** **.**
这 海洋 .

在大陆下方，地层厚度仅约 25 英里，在海洋下方则更薄。

[ɪn'tɜːrn(ə)l] ['strʌktʃər] [ʌv; əv] [ðə; ði] [ɜːrθ] .
Internal **structure** **of** **the** **earth** **.**
内部的 结构 的 这 地球 .

地球的内部结构。

[ðə; ði] ['sentrəl] [kɔːr] [ɪz] ['prɑːbəbli] [æn; ən] ['ælɔɪ] [ʌv; əv] ['aɪərn] [ænd; ənd] ['nɪk(ə)l] ,
The **central** **core** **is** **probably** **an** **alloy** **of** **iron** **and** **nickel** **,**
这 中央 核 是 大概 一个 合金 的 铁 和 镍 ,

中心核很可能是铁镍合金。

[sə'raʊndɪd] [baɪ] [ə; eɪ] ['mænt(ə)l] [ʌv; əv] [les] [dens] ['sɪlɪkeɪt] [mə'tɪriəl] , [wɪð; wɪθ] [ə; eɪ] [θɪn] [krʌst] [ʌv; əv]
surrounded **by** **a** **mantle** **of** **less** **dense** **silicate** **material** **,** **with** **a** **thin** **crust** **of**
包围 经过 一个 地幔 的 较少的 稠密 硅酸盐 材料 , 和 一个 薄的 地壳 的
[stɪl] ['laɪtər] ['sɪləkəts, 'sɪlə,keɪts] .
still **lighter** **silicates** **.**
仍然 打火机 硅酸盐 .

被一层密度较低的硅酸盐物质包裹，外层包裹着一层更轻的硅酸盐薄壳。

[ðə; ði] [taɪm] [ʌv; əv] [ðɪs] ['ɜːrli] [ænd; ənd] ['relətɪvli] ['ræpɪd] [ˌsepə'reɪʃn] [ʌv; əv] [juː'reɪniəm] [ænd; ənd] [liːd]
The **time** **of** **this** **early** **and** **relatively** **rapid** **separation** **of** **uranium** **and** **lead**
这 时间 的 这 早期的 和 相对地 迅速的 分离 的 铀 和 带领
[ɑːn] [ə; eɪ] [ˌwɜːrld'waɪd] [skeɪl] [ɪz] [ðə; ði] [ɪ'vent] [ðæt] - [kæn; kən] [dɪ'tɜːrmɪn] ,
on **a** **worldwide** **scale** **is** **the** **event** **that** **plumbologists** **can** **determine** **,**
在 一个 全世界 规模 是 这 事件 那 - 能 决定 ,

铅学家能够确定的是，早期且相对迅速地在全球范围内分离铀和铅的时间。

[ænd; ənd] [ðə; ði] ['pɪriəd] [sɪns] [ðen] [ɪz] [wʌt] [ðeɪ] [miːn] [baɪ] “ [ðə; ði] [eɪdʒ] [ʌv; əv] [ðə; ði] [ɜːrθ] ” .
and **the** **period** **since** **then** **is** **what** **they** **mean** **by** **“** **the** **age** **of** **the** **earth** **”** **.**
和 这 时期 自从 然后 是 什么 他们 意思是 经过 “ 这 年龄 的 这 地球 ” .

他们所说的“地球年龄”指的就是自那时以来的这段时期。

[wen] - [fɜːrst] [roʊt] [ə'baʊt] [ˌaɪ 'tiː] , [hiː; hi] [kɔːld] [ˌaɪ 'tiː] “ [ðə; ði] [eɪdʒ] [ʌv; əv] [juː'reɪniəm] ” .
When **Houtermans** **first** **wrote** **about** **it** **,** **he** **called** **it** **“** **the** **age** **of** **uranium** **”** **.**
什么时候 - 第一的 写道 关于 它 , 他 称为 它 “ 这 年龄 的 铀 ” .

当霍特曼斯第一次写到它时，他称之为“铀时代”。

[haʊ] [ɪz] [ðɪs] [dʌn] ?
How **is** **this** **done** **?**
如何 是 这 完毕 ?

这是如何实现的?

[wiː; wi] [hæv; həv] [sed] [ðæt] [wʌn] [ʌv; əv] [ðə; ði] ['aɪsəˌtoʊps] [ʌv; əv] [juː'reɪniəm] , ^{235}U ,
We **have** **said** **that** **one** **of** **the** **isotopes** **of** **uranium** **,** **^{235}U** **,**
我们 有 说 那 一 的 这 同位素 的 铀 , ^{235}U ,

我们说过，铀的同位素之一，^{235}U，

[diˈkeiz] ['fæstər] — [ə'baʊt] [sɪks] . [θriː] [taɪmz] ['fæstər] — [ðæn; ðən] [ðə; ði] ['ʌðər] , ^{238}U .
decays **faster** **—** **about** **6** **.** **3** **times** **faster** **—** **than** **the** **other** **,** **^{238}U** **.**
衰变 快点 — 关于 6 . 3 时代 快点 — 比 这 其他 , ^{238}U .

衰变速度比另一种放射性核素^{238}U快约 6.3 倍。

[ðeɪ] [dɪˈkeɪ] [ˈɪntuː] [tuː] [ˈdɪfrənt] [ˈaɪsəˌtoʊps][ʌv; əv] [liːd] .

They	decay	into	two	different	isotopes	of	lead	.
他们	衰变	进入	二	不同的	同位素	的	带领	.

它们衰变成两种不同的铅同位素。

[ˈðerfɔːr] , [ɪf] [wiː; wi][kæn; kən] [dɪˈtɜːrmɪn] [ðə; ði][aɪsoʊˈtɑːpɪk][ˌkɑːmpəˈzɪʃ(ə)n][ʌv; əv] [ˈævərɪdʒ] [ˈɔːrd(ə)neri]

Therefore	,	if	we	can	determine	the	isotopic	composition	of	average	ordinary
所以	,	如果	我们	能	决定	这	同位素	作品	的	平均的	普通的

[liːd] [ɪn][ðə; ði] [ˈɜːːθs] [krʌst] [təˈdeɪ] ,

lead	in	the	earth's	crust	today	,
带领	在	这	地球的	地壳	今天	,

因此，如果我们能够确定当今地壳中普通铅的平均同位素组成，

[ænd; ənd] [ɪf] [wiː; wi][kæn; kən] [ˈsʌmhaʊ] [əbˈteɪn][ə; eɪ][ˈsæmp(ə)l][ʌv; əv][ðə; ði][kaɪnd][ʌv; əv] [liːd] [ðæt] [ɪz]

and	if	we	can	somehow	obtain	a	sample	of	the	kind	of	lead	that	is
和	如果	我们	能	不知何故	获得	一个	样本	的	这	种类	的	带领	那	是

[lɔkt] [ɪn][ðə; ði] [ˈɜːːθs] [kɔːr] ,

locked	in	the	earth's	core	,
已锁定	在	这	地球的	核	,

如果我们能够以某种方式获得地球核心中蕴藏的那种铅的样本，

[wiː; wi][kæn; kən] calculate29

we	can	calculate29
我们	能	calculate29

我们可以计算29

[haʊ] [lɔːŋ] [ˌaɪ ˈtiː] [tʊk] [tuː; tə] [tʃeɪndʒ] [ðə; ði] [praɪˈmɔːrdiəl] [liːd] ([laɪk] [ðæt] [ɪn][ðə; ði] [kɔːr]) [ˈɪntuː]

how	long	it	took	to	change	the	PRIMORDIAL	lead	(	like	that	in	the	core	)	into
如何	长的	它	采取	到	改变	这	原始的	带领	(	喜欢	那	在	这	核	)	进入

[ˈprez(ə)nt] - [deɪ] [liːd] [ɪn][ðə; ði] [krʌst] [baɪ][ðə; ði]['grædʒuəl] [əˈdɪʃ(ə)n] [ʌv; əv][ˌreɪdioʊˈdʒenɪk] [liːd] — [liːd]

present	-	day	lead	in	the	crust	by	the	gradual	addition	of	radiogenic	lead	—	lead
展示	-	天	带领	在	这	地壳	经过	这	逐渐地	添加	的	放射成因	带领	—	带领

[ðæt] [hæz; həz] [rɪˈzʌltɪd] [frʌm; frəm][ðə; ði] [dɪˈkeɪ] [ʌv; əv][juˈreɪniəm] .

that	has	resulted	from	the	decay	of	uranium	.
那	有	结果	从	这	衰变	的	铀	.

原始铅（如地核中的铅）通过放射性铅（铀衰变产生的铅）的逐渐添加，转化为地壳中现代铅的过程需要多长时间?

[naʊ] , [ˈsʌmwʌn] [maɪt] [ˈlɑːdʒɪkli] [æsk] ,

Now	,	someone	might	logically	ask	,
现在	,	某人	可能	逻辑上	问	,

现在，有人可能会很自然地问：

“ [ˈiznt] [ˌaɪ ˈtiː] [ˈnesəseri] [tuː; tə] [noʊ] [ˈɔːlsoʊ][ðə; ði]['æktʃuəl] [əˈmaʊnt] [ʌv; əv][juˈreɪniəm] [ɪnˈvɑːlvd] [ɪn]

“	Isn't	it	necessary	to	know	also	the	actual	amount	of	uranium	involved	in
“	不是	它	必要的	到	知道	还	这	实际的	数量	的	铀	涉及	在

[ðə; ði] [ˈprɑːses] ,

the	process	,
这	过程	,

“难道不需要知道这个过程实际涉及的铀的量吗？”

[ænd; ənd] [ˈiznt] [ðɪs] [ˈdɪfɪkəlt] [tuː; tə] [dɪˈtɜːrmɪn] ?

and	isn't	this	difficult	to	determine	?
和	不是	这	难的	到	决定	?

这难道不难判断吗?

" [ˌaɪ ˈtiː][tɜːrnz] [aʊt][tuː; tə][biː; bi][ə; eɪ][rɪˈmɑːrkəb(ə)l]['æspekt][ʌv; əv][ðə; ðɪ] [hoʊlmz] - -

"	It	turns	out	to	be	a	remarkable	aspect	of	the	Holmes	-	Houtermans
"	它	转弯	出去	到	是	一个	卓越	方面	的	这	福尔摩斯	-	-

[ˌkælkjuˈleɪʃ(ə)n] [ðæt] [ðə; ðɪ][juˈreɪniəm] - [ˌkɑːns(ə)nˈtreɪʃ(ə)n][tɜːrmz]['kæns(ə)l] [aʊt] [ɪn][ðə; ðɪ] [ɪˈkweɪʒənz]

calculation	that	the	uranium	-	concentration	terms	cancel	out	in	the	equations
计算	那	这	铀	-	专注	条款	取消	出去	在	这	方程式

[ænd; ənd][ˈoʊnli][ðə; ðɪ]['reɪʃioʊ][ʌv; əv][ðə; ðɪ]['aɪsəˌtoʊps][ænd; ənd][ðer; ðər] [dɪˈkeɪ] ['kɔnstənts] [niːd] [biː; bi]

and	only	the	ratio	of	the	isotopes	and	their	decay	constants	need	be
和	仅有的	这	比率	的	这	同位素	和	他们的	衰变	常数	需要	是

[kənˈsɪdərd] .

considered	.
经过考虑的	.

"事实证明，霍姆斯-豪特曼斯计算的一个显著特点是，铀浓度项在方程中相互抵消，只需要考虑同位素的比率及其衰变常数。

[ðiːz] [ɑːr; ər][ɔːl] [noʊn] ['ækjərətli] .

These	are	all	known	accurately	.
这些	是	全部	已知	准确	.

这些信息都是准确已知的。

[nekst] , [wiː; wi][mʌst; məst][dɪˈsaɪd][dʒʌst] [wʌt] [ɪz]['ævərɪdʒ]['prez(ə)nt] - [deɪ] [liːd] ?

Next	,	we	must	decide	just	what	is	average	present	-	day	lead	?
下一个	,	我们	必须	决定	只是	什么	是	平均的	展示	-	天	带领	?

接下来，我们必须确定当今平均铅含量是多少?

[ˌaɪ ˈtiː]['iznt] [ɪˈnʌf] [tuː; tə][goʊ][tuː; tə][ə; eɪ] [liːd] [maɪn][ænd; ənd][get][ə; eɪ]['sæmp(ə)l] ,

It	isn't	enough	to	go	to	a	lead	mine	and	get	a	sample	,
它	不是	足够的	到	去	到	一个	带领	矿	和	得到	一个	样本	,

仅仅去铅矿取样是不够的，

[bɪˈkəz, bɪˈkɔːz] , [ʌnˈfɔːrtʃənətli] , [liːdz] [frʌm; frəm] ['dɪfrənt] [maɪnz][hæv; həv]['waɪdli] ['verid] [aɪsoʊˈtɑːpɪk]

because	,	unfortunately	,	leads	from	different	mines	have	widely	varied	isotopic
因为	,	很遗憾	,	线索	从	不同的	矿井	有	广泛	多种多样	同位素

[ˌkɑːmpəˈzɪʃ(ə)n] — [ðæt] [ɪz] ,

composition	—	that	is	,
作品	—	那	是	,

因为不幸的是，不同矿山出产的铅的同位素组成差异很大——也就是说，

[ə; eɪ] ['dɪfrənt] ['mɪkstʃər][ʌv; əv] [fɔːr] ['nætʃ(ə)rəl]['aɪsəˌtoʊps] , ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb ,

a	different	mixture	of	four	natural	isotopes	,	**^{204}Pb**	,	**^{206}Pb**	,	**^{207}Pb**	,
一个	不同的	混合物	的	四	自然的	同位素	,	^{204}Pb	,	^{206}Pb	,	^{207}Pb	,

四种天然同位素的不同混合物，^{204}Pb、^{206}Pb、^{207}Pb，

[ænd; ənd] ^{208}Pb — [æz; əz][ə; eɪ] [rɪˈzʌlt] [ʌv; əv][ðer; ðər][ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪk]['hɪstɔːiːz, 'hɪstriːz] .

and	**^{208}Pb**	—	as	a	result	of	their	geologic	histories	.
和	^{208}Pb	—	作为	一个	结果	的	他们的	地质	历史	.

以及 ^{208}Pb——这是由于它们的地质历史所致。

[noʊ] , [liːd] ['sæmpəlz][frʌm; frəm][ə; eɪ][maɪn][wəʊnt][duː] .

No	,	lead	samples	from	a	mine	won't	do	.
不	,	带领	样品	从	一个	矿	惯于	做	.

不，从矿井里提取的铅样本不行。

[haʊˈevər] , [dʒɪˈɔlədʒɪsts][hæv; həv] [bɪn] ['eɪb(ə)l][tuː; tə] ['seprət] [liːd] [frʌm; frəm]['riːs(ə)nt] [məˈriːn]

However	,	geologists	have	been	able	to	separate	lead	from	recent	marine
然而	,	地质学家	有	到过	有能力的	到	分离	带领	从	最近的	海洋

['sedimənts] , [əbˈteɪnd] [frʌm; frəm][ðə; ðɪ]['oʊʃ(ə)n] ['bɑːtəm] ,

sediments	,	obtained	from	the	ocean	bottom	,
沉积物	,	获得	从	这	海洋	底部	,

然而，地质学家已经能够从最近从海底获得的海洋沉积物中分离出铅。

[fɑːr][frʌm; frəm][lænd] .
far from land .
远的 从 土地 .

远离陆地。

[ðiːz] [ɑːr; ər][ʌv; əv]['juːnɪfɔːrm][ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] ,
These are of uniform composition ,
这些 是 的 制服 作品 ,

它们成分均匀，

[ænd; ənd][ɑːr; ər] [gʊd] ['sæmpəlz][ʌv; əv] [wʌt] [ðə; ði] ['wɝːldz] ['rɪvəz] [brɪŋ] ['ɪntuː][ðə; ði]['oʊʃ(ə)n] .
and are good samples of what the world's rivers bring into the ocean .
和 是 好的 样品 的 什么 这 世界的 河流 带来 进入 这 海洋 .

这些都是世界各条河流注入海洋的典型例子。

['ʌðər] ['juːsf(ə)l]['sæmpəlz][kæn; kən][biː; bi] [faʊnd] [ɪn] [plæ'toʊ] [bæ'sɔːlts] ,
Other useful samples can be found in plateau basalts ,
其他 有用 样品 能 是 成立 在 高原 玄武岩 ,

在高原玄武岩中可以找到其他有用的样品。

[wɪtʃ] [ɑːr; ər] [ɪ'nɔːrməs] ['bɑːdɪz] [ʌv; əv][dɑːrk][vɑːl'kænɪk] [rɑːk] [ðæt] [meɪk] [ʌp][ðə; ði] ['bedrɑːk] [ɪn] ['meni]
which are enormous bodies of dark volcanic rock that make up the bedrock in many
哪个 是 巨大的 身体 的 黑暗的 火山 岩石 那 制作 向上 这 基岩 在 许多
[pɑːrts][ʌv; əv][ðə; ði][wɜːrld] .
parts of the world .
部分 的 这 世界 .

它们是巨大的黑色火山岩体，构成了世界许多地区的基岩。

[ðə; ði] [liːd] [frʌm; frəm] [ðiːz] [bæ'sɔːlts][ɪz][ˌaɪsoʊ'tɑːpɪkli] ['veri] [mʌtʃ] [laɪk][ðə; ði] [liːd] [ɪn][ðə; ði] ['oʊʃnz] .
The lead from these basalts is isotopically very much like the lead in the oceans .
这 带领 从 这些 玄武岩 是 同位素 非常 很多 喜欢 这 带领 在 这 海洋 .

这些玄武岩中的铅的同位素组成与海洋中的铅非常相似。

['veri] [wel] , [bʌt; bət] [haʊ] [ə'baʊt][ðə; ði] [liːd] [frʌm; frəm][ðə; ði] [kɔːr] ?
Very well , but how about the lead from the core ?
非常 出色地 , 但 如何 关于 这 带领 从 这 核 ?

很好，但是核心部分的铅含量呢?

[wer] [kæn; kən][wiː; wi][hoʊp][tuː; tə][faɪnd][ə; eɪ]['sæmp(ə)l][ʌv; əv][ˌaɪ 'tiː] ?
Where can we hope to find a sample of it ?
在哪里 能 我们 希望 到 寻找 一个 样本 的 它 ?

我们可以在哪里找到它的样品?

[ˌaɪ 'tiː][tɜːrnz] [aʊt][tuː; tə][biː; bi] ['iziə] [ðæn; ðən][juː; jʊ] [maɪt] [θɪŋk] .
It turns out to be easier than you might think .
它 转弯 出去 到 是 更轻松 比 你 可能 思考 .

事实证明，这比你想象的要容易。

[ə'strɔnəməz] [bɪ'liːv] [ˌaɪ 'tiː] ['haɪli] ['prɑːbəb(ə)l] [ðæt] [moʊst] ['miːtɪəraɪts] [ɑːr; ər]['frægmənts][ʌv; əv][ə; eɪ]
Astronomers believe it highly probable that most meteorites are fragments of a
天文学家 相信 它 高度 可能 那 最多 陨石 是 片段 的 一个
['fɔːrmər]['plænɪt] [ðæt] [broʊk] [ʌp][fɔːr; fər]['riːz(ə)nz] [ðæt] [ɑːr; ər][nɑːt][ɪn'taɪərli] [klɪr] .
former planet that broke up for reasons that are not entirely clear .
以前的 行星 那 打破 向上 为了 原因 那 是 不是 完全 清除 .

天文学家认为，大多数陨石很可能是曾经存在过的行星的碎片，这些行星因一些尚不完全清楚的原因而解体。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['prɪti] ['defɪnət] , [haʊ'evər] , [ðæt] [ðɪs] [proʊtə'plænɪt] ([ɔːr] [ðiːz] [proʊtə'plænɪt] ,
It is pretty definite , however , that this protoplanet (or these protoplanets ,
它 是 漂亮的 定 , 然而 , 那 这 原行星 (或者 这些 原行星 ,

然而，可以肯定的是，这颗原行星（或这些原行星）

[fɔːr; fər][ðer; ðər] [meɪ] [hæv; həv] [bɪn] [mɔːr] [ðæn; ðən][wʌn]) [hæd; həd][æn; ən]['aɪərn] [kɔːr] ,

for	there	may	have	been	more	than	one	)	had	an	iron	core	,
为了	那里	可能	有	到过	更多的	比	一	)	有	一个	铁	核	,

因为可能不止一个）都具有铁芯，

[ænd; ənd] [ðɪs] [kɔːr] ([ɔːr] [ðiːz] ['kɔrz]) [ɪz][ðə; ði] [sɔːrs] [ʌv; əv][ðə; ði]['aɪərn] ['miːtɪəraɪts] ['seɪlɪŋ]

and	this	core	(	or	these	cores	)	is	the	source	of	the	iron	meteorites	sailing
和	这	核	(	或者	这些	核心	)	是	这	来源	的	这	铁	陨石	帆船

[ə'raʊnd] [ɪn] [speɪs] .

around	in	space	.
大约	在	空间	.

而这个地核（或这些地核）就是在太空中漂浮的铁陨石的来源。

[ə; eɪ][lɑːrdʒ] ['miːtiəraɪt] [hɪt][ðə; ði] [ɜːrθ] [nɑːt] [tuː] [lɔːŋ] [ə'goʊ] ([ˌdʒiːə'lɑːdʒɪkli] ['spiːkɪŋ]) [ænd; ənd]

A	large	meteorite	hit	the	earth	not	too	long	ago	(	geologically	speaking	)	and
一个	大的	陨石	打	这	地球	不是	也	长的	前	(	地质学	请讲	)	和

[kɔːzd] [ðə; ði] ['miːtiər] ['kreɪtər] [nɪr] ['kænjən] [ˌdaɪ'æbloʊ, ˌdiː'æbloʊ][ɪn][ˌærɪ'zoʊnə] . -

caused	the	Meteor	Crater	near	Canyon	Diablo	in	Arizona	.	30
导致	这	流星	火山口	靠近	峡谷	暗黑破坏神	在	亚利桑那	.	-

从地质学角度来说，一颗巨大的陨石撞击地球的时间并不久远，并在亚利桑那州迪亚布罗峡谷附近形成了陨石坑。30

[ɪg'zæmɪnɪŋ] ['oʊʃ(ə)n] - ['bɑːtəm] ['sedɪmənts] [əb'teɪnd] [baɪ] ['laʊərɪŋ] [ə; eɪ] [tuːb] - [laɪk] ['ɪnstrəmənt] [ðæt]

Examining	ocean	-	bottom	sediments	obtained	by	lowering	a	tube	-	like	instrument	that
检查	海洋	-	底部	沉积物	获得	经过	降低	一个	管子	-	喜欢	乐器	那

[brɪŋz] [ʌp][ə; eɪ] [lɔːŋ] [rɑːd] - [ʃeɪpt] “ [kɔːr] ” ,

brings	up	a	long	rod	-	shaped	“	core	”	,
带来	向上	一个	长的	杆	-	形状	“	核	”	,

通过下放管状仪器获取海底沉积物，该仪器会带出一根长棒状的“岩芯”。

['praɪər][tuː; tə]['nuːkliər][eɪdʒ][dɪˌtɜːrmɪ'neɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ði]['sæmp(ə)l] .

prior	to	nuclear	age	determination	of	the	sample	.
事先的	到	核	年龄	决心	的	这	样本	.

在对样本进行核年龄测定之前。

['meni] ['frægmənts][ʌv; əv][ðə; ði] ['miːtiəraɪt] ['aɪərn][hæv; həv] [bɪn] [faʊnd] [ə'raʊnd][ðə; ði]['kreɪtər] ,

Many	fragments	of	the	meteorite	iron	have	been	found	around	the	crater	,
许多	片段	的	这	陨石	铁	有	到过	成立	大约	这	火山口	,

在陨石坑周围发现了许多陨石铁碎片。

[ænd; ənd][ˌaɪ 'tiː][ɪz]['riːz(ə)nəb(ə)l][tuː; tə] [ə'suːm] [ðæt] [ðɪs] [ɪz][ðə; ði][kaɪnd][ʌv; əv]['aɪərn][wiː; wi] [wʊd]

and	it	is	reasonable	to	assume	that	this	is	the	kind	of	iron	we	would
和	它	是	合理的	到	认为	那	这	是	这	种类	的	铁	我们	会

[ɪk'spekt][tuː; tə][faɪnd][ɪn][ðə; ði] [kɔːr] [ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] .

expect	to	find	in	the	core	of	the	earth	.
预计	到	寻找	在	这	核	的	这	地球	.

可以合理推断，这就是我们在地核中会发现的那种铁。

[laɪk] [ðə; ði] [kɔːr] ['aɪərn] , [ˌaɪ 'tiː][ɪz] [mɪkst] [wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['lɪt(ə)l] [liːd] ,

Like	the	core	iron	,	it	is	mixed	with	a	little	lead	,
喜欢	这	核	铁	,	它	是	混合	和	一个	小的	带领	,

就像铁芯一样，它也混入了少量铅。

[wɪtʃ] [kæn; kən][biː; bi]['aɪsəleɪtɪd][ænd; ənd]['ænəlaizd][ɪn][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɑːmɪtər] [fɔːr; fər][ɪts]

which	can	be	isolated	and	analyzed	in	a	mass	spectrometer	for	its
哪个	能	是	孤立	和	分析	在	一个	大量的	光谱仪	为了	它是

[aɪsoʊ'tɑːpɪk][ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] .

isotopic	composition	.
同位素	作品	.

可将其分离出来，并在质谱仪中分析其同位素组成。

[ðɪs] [liːd] [ɪz] [faʊnd] [tuː; tə] [biː; bi] [mʌtʃ] [les] [kən'tæmɪneɪtɪd] [wɪð; wɪθ] [ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] [liːd] ,
This **lead** **is** **found** **to** **be** **much** **less** **contaminated** **with** **radiogenic** **lead** **,**
这 带领 是 成立 到 是 很多 较少的 污染 和 放射成因 带领 ,

经检测，这种铅受到的放射性铅污染要少得多。

[ænd; ənd] [hens] [ɪz] [mʌtʃ] [mɔːr] ['prɪmətɪv] [ðæn; ðən] [ðə; ði] ['oʊldɪst] [liːdz] [faʊnd] [ɑːn] [ɜːrθ] .
and **hence** **is** **much** **more** **primitive** **than** **the** **oldest** **leads** **found** **on** **earth** **.**
和 因此 是 很多 更多的 原始 比 这 最老 线索 成立 在 地球 .

因此，它比地球上发现的最古老的铅还要原始得多。

[ðʌs] ,
Thus **,**
因此 ,

因此，

['miːtɪəraɪts] [prɪ'zuːməbli] [ɑːr; ər] [æz; əz] [kloʊz] [æz; əz] [wiː; wi] [kæn; kən] [get] [tuː; tə] [truː] [praɪ'mɔːrdiəl] [liːd]
meteorites **presumably** **are** **as** **close** **as** **we** **can** **get** **to** **true** **primordial** **lead**
陨石 想必 是 作为 关闭 作为 我们 能 得到 到 真的 原始的 带领
— [ðə; ði] [liːd] [ʌv; əv] [ðə; ði] [taɪm] [wen] [ðə; ði] [ɜːrθ] ([ænd; ənd] [ðə; ði] [proʊtə'plænɪt]) [fɜːrst] [fɔːrmd] .
— **the** **lead** **of** **the** **time** **when** **the** **earth** **(** **and** **the** **protoplanet** **)** **first** **formed** **.**
— 这 带领 的 这 时间 什么时候 这 地球 (和 这 原行星) 第一的 形成 .

陨石大概是我们所能找到的最接近真正原始铅的物质——也就是地球（和原行星）最初形成时的铅。

[wʌns] [ðiːz] ['meʒərmənts] [wɜːr; wər] [ə'veɪləb(ə)l] ,
Once **these** **measurements** **were** **available** **,**
一次 这些 测量 是 可用的 ,

一旦这些测量数据可用，

[ˌaɪ 'tiː] [wʌz; wəz] ['iːzi] [tuː; tə] [raɪt] [ðə; ði] - [ɪ'kweɪʒ(ə)n] [fɔːr; fər] ['prez(ə)nt] - [deɪ] [ænd; ənd]
it **was** **easy** **to** **write** **the** **Houtermans** **equation** **for** **present** **-** **day** **and**
它 曾是 简单的 到 写 这 - 方程 为了 展示 - 天 和
[praɪ'mɔːrdiəl] [liːdz] [ɪn] [ðɪs] [weɪ] :
primordial **leads** **in** **this** **way** **:**
原始的 线索 在 这 方式 :

这样很容易就能写出适用于现代和原始导线的 Houtermans 方程：

^{206}Pb
$\mathbf{^{206}Pb}$
^{206}Pb

^{206}Pb

^{204}Pb
$\mathbf{^{204}Pb}$
^{204}Pb

^{204}Pb

) ['prez(ə)nt] - (
) **present** **-** **(**
) 展示 - (

） 展示 - （

^{206}Pb
$\mathbf{^{206}Pb}$
^{206}Pb

^{206}Pb

^{204}Pb
$\mathbf{^{204}Pb}$
^{204}Pb

^{204}Pb

) [praɪˈmɔːrdiəl]
) **primordial**
) 原始的

原始的

^{207}Pb
^{207}Pb
^{207}Pb

^{207}Pb

^{204}Pb
^{204}Pb
^{204}Pb

^{204}Pb

) ['prez(ə)nt] - (
) **present** **-** **(**
) 展示 - (

） 展示 - （

^{207}Pb
^{207}Pb
^{207}Pb

^{207}Pb

^{204}Pb
^{204}Pb
^{204}Pb

^{204}Pb

) primordial= - . ['sɛvən]
) **primordial=** **137** **.** **7**
) primordial= - . 7

原始值= 137.7

(eλ238t - [wʌn])
(**eλ238t** **-** **1** **)**
(eλ238t - 1)

（eλ238t - 1）

(eλ235t - [wʌn]) -
(**eλ235t** **-** **1** **)** **31**
(eλ235t - 1) -

(eλ235t - 1)31

[ðə; ði]['prez(ə)nt]['reɪʃioʊ][ʌv; əv] ^{238}U [tuː; tə] ^{235}U [ɪz] - . ['sɛvən] .
The **present** **ratio** **of** **^{238}U** **to** **^{235}U** **is** **137** **.** **7** **.**
这 展示 比率 的 ^{238}U 到 ^{235}U 是 - . 7 .

$2^{38}U$ 与 $2^{35}U$ 的当前比率为 137.7。

[iː] = [ðə; ði] [beɪs] [ʌv; əv]['nætʃ(ə)rəl] ['lɔgəriθmz]
e **=** **the** **base** **of** **natural** **logarithms**
e = 这 根据 的 自然的 对数

e = 自然对数的底

- = [ðə; ði] [dɪˈkeɪ] ['kɑːnstənt] [ʌv; əv] [iːtʃ] ['aɪsətoʊp][ʌv; əv][juˈreɪniəm]
λ **=** **the** **DECAY** **CONSTANT** **of** **each** **isotope** **of** **uranium**
- = 这 衰变 持续的 的 每个 同位素 的 铀

λ = 铀各同位素的衰变常数

[tiː] = [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] .
t **=** **the** **age** **of** **the** **earth** **.**
t = 这 年龄 的 这 地球 .

= 地球的年龄。

[ˈsʌbstitjuːtiŋ] [ðə; ði] [best] [ɪkˌsperɪˈment(ə)l] [liːd] [ˈaɪsətoʊp] [ˈreiʃiəuz] [ˈɪntuː] [ðə; ði] [ɪˈkweɪʒ(ə)n] [ænd; ənd]

Substituting	the	best	experimental	lead	isotope	ratios	into	the	equation	and
替换	这	最好的	实验	带领	同位素	比率	进入	这	方程	和

[ˈsɑːlvɪŋ] [fɔːr; fər] [tiː] ,

solving	for	t	,
解决	为了	t	,

将最佳实验铅同位素比值代入方程并求解 t，

[ˈpætɜ-sən] [wʌz; wəz] [ˈeɪb(ə)l] [tuː; tə] [ˈkælkjuleɪt] [ðæt] [ðə; ði] [ɜːrθ] [ɪz] - [ˈmɪljən] [ˈjɪrz] ([fɔːr] . -

Patterson	was	able	to	calculate	that	the	earth	is	4550	million	years	(	4	.	55
帕特森	曾是	有能力的	到	计算	那	这	地球	是	-	百万	年	(	4	.	-

[ˈiːən]) [oʊld] .

aeons	)	old	.
亿万年	)	老的	.

帕特森计算出地球的年龄为 45.5 亿年（4.55 个纪元）。

[ˈsʌbsɪkwənt] [ˌkælkjəˈleɪʃənz] [beɪst] [ɑːn] [ˈʌðər] [prəˈsiːdʒərz] [ˈdʒen(ə)rəli] [hæv; həv] [kənˈfɜːrmd] [ðæt] [rɪˈzʌlt] .

Subsequent	calculations	based	on	other	procedures	generally	have	confirmed	that	result	.
随后的	计算	基于	在	其他	程序	一般来说	有	确认的	那	结果	.

后续基于其他程序进行的计算通常也证实了这一结果。

[ˌænəˈlɪtɪk(ə)l] [tekˈniːks]

Analytical	Techniques
分析	技术

分析技术

[iːtʃ] [ˈmeθəd] [ʌv; əv] [ˈnuːkliər] [eɪdʒ] [dɪˌtɜːrmɪˈneɪʃ(ə)n] [ɪnˈvɑːlvz] [ə; eɪ] [ˈdɪfrənt] [ˈsiːkwəns] [ʌv; əv] [ˈsæmp(ə)l]

Each	method	of	nuclear	age	determination	involves	a	different	sequence	of	sample
每个	方法	的	核	年龄	决心	涉及	一个	不同的	顺序	的	样本

[ˌprepəˈreɪʃ(ə)n] .

preparation	.
准备	.

每种核年龄测定方法都涉及不同的样品制备步骤。

[wʊd] , [piːt] , [ˈtʃɑːrkoʊl] , [boʊnz] ,

Wood	,	peat	,	charcoal	,	bones	,
木头	,	泥炭	,	木炭	,	骨头	,

木头、泥炭、木炭、骨头

[ɔːr] [ˈʃɛlz] [ɑːr; ər] [kliːnd] [fɔːr; fər] [ˈkɑːrbən] - - [ˈdeɪtɪŋ] [ɪn] [ˈɔːrdər] [tuː; tə] [rɪˈmuːv] [ˈevri] [treɪs] [ʌv; əv]

or	shells	are	cleaned	for	carbon	-	14	dating	in	order	to	remove	every	trace	of
或者	贝壳	是	已清洗	为了	碳	-	-	约会	在	命令	到	消除	每一个	痕迹	的

[ˈpɑːsəb(ə)l] [kənˌtæmɪˈneɪʃ(ə)n] [baɪ] [ˈmɑːdərn] [ˈkɑːrbən] [æz; əz] [wel] [æz; əz] [ɪkˈstreɪniəs] [oʊld] [ˈkɑːrbən] .

possible	contamination	by	modern	carbon	as	well	as	extraneous	old	carbon	.
可能的	污染	经过	现代的	碳	作为	出色地	作为	无关的	老的	碳	.

或者，对贝壳进行清洗，以便进行碳-14测年，从而去除现代碳和外来古老碳可能造成的任何污染痕迹。

[ˈrɑːks] [ɑːr; ər] [krʌʃt] [ænd; ənd] [graʊnd] , [ˈmɪnɜ-əlz, ˈmɪnrəlz] [ɑːr; ər] [ˈsepəreɪtɪd] [əˈkɔːrdɪŋ] [tuː; tə] [wʌt]

Rocks	are	crushed	and	ground	,	minerals	are	separated	according	to	what
岩石	是	碎	和	地面	,	矿物	是	分开	根据	到	什么

[ɪz] [ˈniːdɪd] [ɪn] [ˈeni] [pərˈtɪkjələr] [ˈstʌdi] ,

is	needed	in	any	particular	study	,
是	需要	在	任何	特别的	学习	,

岩石被破碎研磨，矿物根据特定研究的需要进行分离。

[ænd; ənd] [ðə; ði] [dɪˈzaɪrd] [ˈelɪmənts; ˈeləmənts] [ɑːr; ər] [ɪkˈstræktɪd] [ænd; ənd] [ˈsepəreɪtɪd] [baɪ] [ˈkemɪk(ə)l]

and	the	desired	elements	are	extracted	and	separated	by	chemical
和	这	想要的	元素	是	提取	和	分开	经过	化学

[prəˈsiːdʒərz] .

procedures	.
程序	.

通过化学方法提取和分离所需元素。

['ɔːf(ə)n][ðer; ðər] [meɪ] [biː; bi] ['sevrəl] ['dɪfrənt] [weɪz] [ʌv; əv] ['duːɪŋ] [ðə; ði] [seɪm] [θɪŋ] ; ['dɪfrənt]

Often	there	may	be	several	different	ways	of	doing	the	same	thing	;	different
经常	那里	可能	是	一些	不同的	方式	的	正在做	这	相同的	事物	;	不同的

[ləˈbɔrətəriz] [juːz] ['dɪfrənt] [prəˈsiːdʒərz] .

laboratories	use	different	procedures	.
实验室	使用	不同的	程序	.

做同一件事往往有几种不同的方法；不同的实验室使用不同的操作流程。

[ɪn] ['evri] [keɪs] , [haʊˈevər] ,

In	every	case	,	however	,
在	每一个	案件	,	然而	,

然而，在任何情况下，

[lɔːŋ] [ænd; ənd]['kɑːmplɪkeɪtɪd] [prəˈsiːdʒərz] [mʌst; məst][biː; bi] ['fɑːloʊd] [bɪˈfɔːr] [rɪˈzʌlts] [ɑːr; ər] [əbˈteɪnd]

long	and	complicated	procedures	must	be	followed	before	results	are	obtained
长的	和	复杂的	程序	必须	是	随后	前	结果	是	获得

[frʌm; frəm] [wɪtʃ] [æn; ən][eɪdʒ][kæn; kən][biː; bi]['kælkjuleɪtɪd] .

from	which	an	age	can	be	calculated	.
从	哪个	一个	年龄	能	是	计算	.

必须经过漫长而复杂的程序才能获得可以计算年龄的结果。

[ðer; ðər][ɪz][noʊ] [sʌtʃ] [θɪŋ] [æz; əz][ə; eɪ] [blæk] [bɑːks]['ɪntuː] [wɪtʃ] [juː; jʊ][kæn; kən] [θroʊ] [ə; eɪ] [rɑːk]

There	is	no	such	thing	as	a	black	box	into	which	you	can	throw	a	rock
那里	是	不	这样的	事物	作为	一个	黑色的	盒子	进入	哪个	你	能	扔	一个	岩石

[ænd; ənd] [riːd] [ɪts][eɪdʒ][ɑːn][ə; eɪ]['daɪəl] !

and	read	its	age	on	a	dial	!
和	读	它是	年龄	在	一个	拨号	!

根本不存在那种可以往里面扔块石头就能从表盘上读出它年龄的黑盒子！

[ʌv; əv][ɔːl][ðə; ði]['elɪmənts; 'eləmənts] [ðæt] [ɑːr; ər][pɑːrt][ʌv; əv][ðə; ði]['juːsf(ə)l]['perənt] - ['dɔːtər] ['sɪstəmz]

Of	all	the	elements	that	are	part	of	the	useful	parent	-	daughter	systems
的	全部	这	元素	那	是	部分	的	这	有用	父母	-	女儿	系统

,

,

,

在所有构成有效父子系统的要素中，

['oʊnli] [pəˈtæsiəm] [ɪz] ['kɑːmən] [ɪˈnʌf] [tuː; tə][biː; bi]['ænəlaizd][baɪ] [kənˈvenʃən(ə)l] ['kemɪk(ə)l]

only	potassium	is	common	enough	to	be	analyzed	by	conventional	chemical
仅有的	钾	是	常见的	足够的	到	是	分析	经过	传统的	化学

[tekˈniːks] .

techniques	.
技术	.

只有钾元素含量足够高，可以用常规化学方法进行分析。

[ɔːl][ðə; ði] ['ʌðər] ['elɪmənts; 'eləmənts] , [ɪˈspeʃəli] [ðə; ði][ˌreɪdioʊˈdʒenɪk][wʌnz] ,

All	the	other	elements	,	especially	the	radiogenic	ones	,
全部	这	其他	元素	,	尤其	这	放射成因	一个	,

所有其他元素，特别是放射性元素，

[ɑːr; ər]['prez(ə)nt][ɪn] [sʌtʃ] [smɔːl] ['kwɑːntətiz] [ðæt] ['speʃ(ə)l] ['prɑːsesɪz] [hæd; həd][tuː; tə][biː; bi] [dɪ'veləpt]

are	present	in	such	small	quantities	that	special	processes	had	to	be	developed
是	展示	在	这样的	小的	数量	那	特别的	流程	有	到	是	发达

[tuː; tə] ['meʒər] [ðem; ðəm] .

to	measure	them	.
到	措施	他们	.

它们含量极少，因此必须开发特殊方法才能测量它们。

[ðə; ði][moʊst]['væljuəb(ə)l][ænd; ənd]['dʒen(ə)rəli] [juːst] ['prɑːses] [ɪz] [kɔːld] ['aɪsətoʊp] [daɪ'luːʃn] .

The	most	valuable	and	generally	used	process	is	called	ISOTOPE	DILUTION	.
这	最多	有价值的	和	一般来说	用过的	过程	是	称为	同位素	稀释	.

最有价值且应用最广泛的方法称为同位素稀释法。

['aɪsətoʊp] [daɪ'luːʃn]

Isotope	Dilution
同位素	稀释

同位素稀释

[ðɪs] [ɪz][ə; eɪ] ['prɑːses] [fɔːr; fər] ['ænəlaɪzɪŋ] [æn; ən] [ˌʌn'noʊn] [mə'tɪriəl] [baɪ] [ɪn'kɔːrpəreɪtɪŋ] ['juːnɪfɔːrmli]

This	is	a	process	for	analyzing	an	unknown	material	by	incorporating	uniformly
这	是	一个	过程	为了	分析	一个	未知	材料	经过	合并	均匀地

['ɪntuː][ˌaɪ 'tiː][ə; eɪ] [smɔːl] [ə'maʊnt] [ʌv; əv][ə; eɪ][ˌreɪdioʊ'æktɪv] [test] ['sʌbstəns] [ænd; ənd] [dɪ'tɜːrmɪnɪŋ] [haʊ]

into	it	a	small	amount	of	a	radioactive	test	substance	and	determining	how
进入	它	一个	小的	数量	的	一个	放射性	测试	物质	和	确定	如何

[mʌtʃ] [ðə; ði]['treɪsər][ˌreɪdioʊæk'tɪvəti][ɪz] ['ɔːltərd] [baɪ] [daɪ'luːʃn] [ɪn][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l] [mə'tɪriəl] . -

much	the	tracer	radioactivity	is	altered	by	dilution	in	the	original	material	.	32
很多	这	示踪剂	放射性	是	已修改	经过	稀释	在	这	原来的	材料	.	-

这是一种分析未知物质的方法，即将少量放射性测试物质均匀地掺入其中，并测定示踪剂放射性在原始物质中因稀释而发生的变化程度。32

[ˌaɪ 'tiː][wɜːrks] [laɪk] [ðɪs] : [lets] [seɪ] [ðæt] [wiː; wi][hæv; həv][æn; ən] [ˌʌn'noʊn] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['ætəmz] ,

It	works	like	this	:	Let's	say	that	we	have	an	unknown	number	of	atoms	,
它	作品	喜欢	这	:	我们来吧	说	那	我们	有	一个	未知	数字	的	原子	,

它的工作原理是这样的：假设我们有数量未知的原子，

[eks] , [ʌv; əv][ə; eɪ]['gɪv(ə)n] ['elɪmənt] .

x	,	of	a	given	element	.
x	,	的	一个	给定	元素	.

x，给定元素。

[ðə; ði]['nɔːrm(ə)l][aɪsoʊ'tɑːpɪk][ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n][ʌv; əv] [ðɪs] ['elɪmənt] [ɪz] ['ækjərətli] [noʊn] , [æz; əz][ˌaɪ 'tiː][ɪz]

The	normal	isotopic	composition	of	this	element	is	accurately	known	,	as	it	is
这	普通的	同位素	作品	的	这	元素	是	准确	已知	,	作为	它	是

[fɔːr; fər][moʊst]['elɪmənts; 'eləmənts] ,

for	most	elements	,
为了	最多	元素	,

与大多数元素一样，这种元素的正常同位素组成是精确已知的。

[ænd; ənd][ðə; ði]['reɪʃioʊ][ʌv; əv] [tuː] [ʌv; əv][ɪts]['aɪsəˌtoʊps][kæn; kən][biː; bi] [ɪk'sprest] [æz; əz][ə; eɪ] / [biː] .

and	the	ratio	of	two	of	its	isotopes	can	be	expressed	as	A	/	B	.
和	这	比率	的	二	的	它是	同位素	能	是	表达	作为	一个	/	B	.

其两种同位素的比值可以表示为 A/B。

[wiː; wi] [naʊ] [ˌeɪ diː 'diː][tuː; tə][eks][ə; eɪ] [noʊn] ([bʌt; bət]['juːʒuəli; 'juːʒəli] ['smɔːlər]) [ə'maʊnt] , [siː] , [ʌv; əv]

We	now	add	to	x	a	known	(	but	usually	smaller	)	amount	,	c	,	of
我们	现在	添加	到	x	一个	已知	(	但	通常	较小的	)	数量	,	c	,	的

[ðə; ði] [seɪm] ['elɪmənt] .

the	same	element	.
这	相同的	元素	.

现在，我们向 x 中加入已知量（但通常较小）的同种元素 c。

[ðɪs] ['kwɑːntəti][hæz; həz][ə; eɪ] ['dræstɪkli] ['dɪfrənt] [aɪsoʊ'tɑːpɪk]['reɪʃioʊ] , [ə; eɪ] ′ / [biː] ′ . [wiː; wi][mɪks]

This	quantity	has	a	drastically	different	isotopic	ratio	,	A	′	/	B	′	.	We	mix
这	数量	有	一个	急剧地	不同的	同位素	比率	,	一个	′	/	B	′	.	我们	混合

[eks][ænd; ənd][siː] ['θɜːrəli] [tə'geðər] .

x	and	c	thoroughly	together	.
x	和	c	彻底	一起	.

该物质的同位素比值 A′/B′ 与之前截然不同。我们将 x 和 c 充分混合。

[ðə; ði]['reɪʃioʊ][ə; eɪ] ′ / [biː] ′ [kæn; kən][hæv; həv]['ɔːlmoʊst]['eni]['vælјuː] ,

The	ratio	A	′	/	B	′	can	have	almost	any	value	,
这	比率	一个	′	/	B	′	能	有	几乎	任何	价值	,

比值 A′/B′ 可以取几乎任何值，

[bʌt; bət][mʌst; məst][biː; bi] ['dɪfrənt] [frʌm; frəm][ə; eɪ] / [biː][ænd; ənd][wiː; wi][mʌst; məst] [noʊ] [ɪg'zæktli]

but	must	be	different	from	A	/	B	and	we	must	know	exactly
但	必须	是	不同的	从	一个	/	B	和	我们	必须	知道	确切地

[wʌt] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] .

what	it	is	.
什么	它	是	.

但它必须与 A/B 测试不同，而且我们必须确切地知道它是什么。

([ðer; ðər][ɑːr; ər] ['meni] [weɪz] [ʌv; əv] [dɪ'tɜːrmɪnɪŋ] [ðɪs] ['kemɪkli] ,

(	There	are	many	ways	of	determining	this	chemically	,
(	那里	是	许多	方式	的	确定	这	化学	,

（有很多化学方法可以测定这一点，）

[ɔːr][wiː; wi][kæn; kən][juːz][ə; eɪ]['sæmp(ə)l]['aɪsətoʊp][ʌv; əv] [noʊn] [ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] [əb'teɪnd] [frʌm; frəm]

or	we	can	use	a	sample	isotope	of	known	composition	obtained	from
或者	我们	能	使用	一个	样本	同位素	的	已知	作品	获得	从

[ðə; ði][juː] . [es] . [ə'tɑːmɪk]['enərdʒi] [kə'mɪʃənz] [oʊk] [rɪdʒ] ['næʃ(ə)nəl] ['læbrətɔːri] [æt; ət] [oʊk] [rɪdʒ] ,

the	U	.	S	.	Atomic	Energy	Commission's	Oak	Ridge	National	Laboratory	at	Oak	Ridge	,
这	U	.	S	.	原子	活力	委员会的	橡木	岭	国家的	实验室	在	橡木	岭	,

或者我们可以使用从美国原子能委员会橡树岭国家实验室获得的已知成分的同位素样品。

[ˌtenə'siː] .)

Tennessee	.	)
田纳西州	.	)

田纳西州。）

[ðə; ði] ['sʌbstəns] ['ædɪd] [ɪz] [noʊn] [kə'loʊkwiəli] [æz; əz][ðə; ði] [spaɪk] .

The	substance	added	is	known	colloquially	as	the	SPIKE	.
这	物质	额外	是	已知	口语	作为	这	长钉	.

添加的物质俗称“SPIKE”。

['æftər][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l] [mə'tɪriəl] [ænd; ənd][ðə; ði][spaɪk][ɑːr; ər] ['θɜːrəli] [mɪkst] [wiː; wi][hæv; həv] :

After	the	original	material	and	the	spike	are	thoroughly	mixed	we	have	:
后	这	原来的	材料	和	这	长钉	是	彻底	混合	我们	有	:

将原料和尖锐物充分混合后，我们得到：

[eks] ([ə; eɪ] / [biː]) + [siː] ([ə; eɪ] ′ / [biː] ′)

x	(	A	/	B	)	+	c	(	A	′	/	B	′	)
x	(	一个	/	B	)	+	c	(	一个	′	/	B	′	)

x(A/B) + c(A′/B′)

[næn; nɑːn]

nan
楠

nan

[ɪn] [wɪtʃ] [ə; eɪ] - / [biː] - [wɪl] [biː; bi][ðə; ði]['reɪʃioʊ][ʌv; əv][ðə; ði] [tuː] ['aɪsəˌtoʊps][ɪn][ðə; ði]['mɪkstʃər] .

in	which	A	'	/	B	'	will	be	the	ratio	of	the	two	isotopes	in	the	mixture	.
在	哪个	一个	-	/	B	-	将要	是	这	比率	的	这	二	同位素	在	这	混合物	.

其中 A″/B″ 为混合物中两种同位素的比例。

[wɪð; wɪθ] [ðɪs] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n][ɪn][hænd] ,

With	this	information	in	hand	,
和	这	信息	在	手	,

掌握了这些信息后，

[wiː; wi][kæn; kən][pər'fɔːrm] ['eni] ['kemɪk(ə)l] [ˌpjʊrɪfɪ'keɪʃ(ə)n][ɔːr][træns'fɜːr] ['prɑːses] [wɪð; wɪθ][ðə; ði] [mə'tɪriəl] (

we	can	perform	any	chemical	purification	or	transfer	process	with	the	material	(
我们	能	履行	任何	化学	纯化	或者	转移	过程	和	这	材料	(

[siː] ['foʊtoʊ][ɑːn][peɪdʒ] -) ,

see	photo	on	page	22	)	,
看	照片	在	页	-	)	,

我们可以对该材料进行任何化学提纯或转移过程（见第22页照片），

[wɪ'ðaʊt] ['hævɪŋ] [tuː; tə] ['wɜːri] [ə'baʊt] [lɔːs] .
without having to worry about loss .
没有 拥有 到 担心 关于 损失 .

无需担心损失。

(['iːv(ə)n] [ɪf] - % [ʌv; əv][ðə; ði] [mə'tɪrɪəl] [ʃʊd; ʃəd][biː; bi][lɔːst][ɪn][sʌm; səm][ˌɑːpə'reɪʃ(ə)n] ,
(Even if 90 % of the material should be lost in some operation ,
(甚至 如果 - % 的 这 材料 应该 是 丢失的 在 一些 手术 ,

（即使在某些操作中损失了90%的材料，

[ðə; ði][aɪsoʊ'tɑːpɪk][ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] [wʊd] [nɑːt][biː; bi] [tʃeɪndʒd] , [ænd; ənd] [ðæt] [ɪz][ɔːl][wiː; wi][ɑːr; ər]
the isotopic composition would not be changed , and that is all we are
这 同位素 作品 会 不是 是 已更改 , 和 那 是 全部 我们 是
['ɪntrəstɪd] [ɪn] .)
interested in .)
感兴趣的 在 .)

同位素组成不会改变，而这正是我们所关心的。）

[naʊ] [wiː; wi][kæn; kən] [pleɪs] [ðə; ði] [mə'tɪrɪəl] [kən'teɪnɪŋ] [ðə; ði][aɪsoʊ'tɑːpɪk]['mɪkstʃər][ɪn][ə; eɪ] [mæs]
Now we can place the material containing the isotopic mixture in a MASS
现在 我们 能 地方 这 材料 包含 这 同位素 混合物 在 一个 大量的
[spek'trɑːmɪtər] ,
SPECTROMETER ,
光谱仪 ,

现在我们可以将含有同位素混合物的物质放入质谱仪中，

[wɪtʃ] [wɪl] [dɪ'tɜːrmɪn] [ðə; ði]['reɪʃioʊ][ə; eɪ] - / [biː] - . [wen] [wiː; wi][hæv; həv] [ðæt] ,
which will determine the ratio A ' / B ' . When we have that ,
哪个 将要 决定 这 比率 一个 - / B - . 什么时候 我们 有 那 ,

这将确定 A″/B″ 的比值。有了这个比值，

[wiː; wi] [meɪ] ['sʌbstɪtuːt] [ðə; ði]['vælјuː][ʌv; əv][ə; eɪ] - / [biː] - [ɪn][ðə; ði][ɪ'kweɪʒ(ə)n][ænd; ənd] ['kwɪkli]
we may substitute the value of A ' / B ' in the equation and quickly
我们 可能 代替 这 价值 的 一个 - / B - 在 这 方程 和 迅速地
['kælkjuleɪt][eks] ,
calculate x ,
计算 x ,

我们可以将 A″/B″ 的值代入方程，快速计算 x，

[ðə; ði] [ˌʌn'noʊn] [ˌkɑːns(ə)n'treɪʃ(ə)n][ʌv; əv]['ætəmz][ɪn][ðə; ði][ə'rɪdʒən(ə)l]['sæmp(ə)l] .
the unknown concentration of atoms in the original sample .
这 未知 专注 的 原子 在 这 原来的 样本 .

原始样品中原子的浓度未知。

[ə; eɪ][lɑːrdʒ] (- - [ɪntʃ]) [mæs] [spek'trɑːmɪtər] ([æt; ət][left]) [ɪn][juːz] .
A large (12 - inch) mass spectrometer (at left) in use .
一个 大的 (- - 英寸) 大量的 光谱仪 (在 左边) 在 使用 .

一台大型（12英寸）质谱仪（左图）正在使用中。

[ɪˌlek'trɑːnɪk] [ɪ'kwɪpmənt] ([raɪt]) [tʃɑːts] [rɪ'zʌlts] ([siː] [peɪdʒ] -) . -
Electronic equipment (right) charts results (see page 21) . 33
电子的 设备 (正确的) 图表 结果 (看 页 -) . -

电子设备（右图）图表结果（见第21页）。33

[ɪ'senʃ(ə)l] [pɑːrts][ʌv; əv][ə; eɪ] [mæs] [spek'trɑːmɪtər] .
Essential parts of a mass spectrometer .
基本的 部分 的 一个 大量的 光谱仪 .

质谱仪的主要组成部分。

['ætəmz][tuː; tə][biː; bi]['ænəlaizd][ɑːr; ər] [tʃeɪndʒd] [tuː; tə]['aɪənz; 'aɪɑːnz][ɪn][ðə; ði] [sɔːrs] .
Atoms to be analyzed are changed to ions in the source .
原子 到 是 分析 是 已更改 到 离子 在 这 来源 .

待分析的原子在离子源中转化为离子。

[ðen] [ðə; ði]['aɪənz; 'aɪɑːnz][ɑːr; ər] [əkˈseləreɪtɪd] [baɪ] [haɪ] ['voʊltɪdʒ] , [dɪ'flektɪd] [ɪn][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fiːld]

Then	**the**	**ions**	**are**	**accelerated**	**by**	**high**	**voltage**	**,**	**deflected**	**in**	**a**	**magnetic**	**field**
然后	这	离子	是	加速	经过	高的	电压	,	偏转	在	一个	磁的	场地

[əˈkɔːrdɪŋ] [tuː; tə][ðer; ðər] [mæs] ,

according	**to**	**their**	**mass**	**,**
根据	到	他们的	大量的	,

然后，离子在高电压下加速，并根据其质量在磁场中偏转。

[ænd; ənd][ðə; ði] [ɪnˈtensəti] [ʌv; əv][ðə; ði] ['sepəreɪtɪd] [biːmz] [ɪz] ['meʒərd] [ɪn][ðə; ði] [kə'lektər] .

and	**the**	**intensity**	**of**	**the**	**separated**	**beams**	**is**	**measured**	**in**	**the**	**collector**	**.**
和	这	强度	的	这	分开	光束	是	测量	在	这	集电极	.

在收集器中测量分离光束的强度。

[mæs] [spekˈtrɑːmətri]

Mass	**Spectrometry**
大量的	光谱分析

质谱分析

[ðə; ði] [mæs] [spekˈtrɑːmɪtər] ['meʒərz] [aɪsoʊˈtɑːpɪk] [əˈbʌndənsɪz] ['juːzɪŋ][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fiːld] [tuː; tə]

The	**mass**	**spectrometer**	**measures**	**isotopic**	**abundances**	**using**	**a**	**magnetic**	**field**	**to**
这	大量的	光谱仪	措施	同位素	丰度	使用	一个	磁的	场地	到

[sɔːrt] [ɪ'lektrɪkli] [tʃɑːrdʒd] ['pɑːrtɪk(ə)lz]['ɪntuː] [gruːps] [əˈkɔːrdɪŋ] [tuː; tə][ðer; ðər] ['mæsɪz] .

sort	**electrically**	**charged**	**particles**	**into**	**groups**	**according**	**to**	**their**	**masses**	**.**
种类	电气	带电	颗粒	进入	团体	根据	到	他们的	群众	.

质谱仪利用磁场将带电粒子按质量分类，从而测量同位素丰度。

[ˌaɪ 'tiː][wɜːrks] [ðɪs] [weɪ] :

It	**works**	**this**	**way**	**:**
它	作品	这	方式	:

它的运作方式如下：

[ə; eɪ] [smɔːl] [drɑːp][ʌv; əv] [məˈtɪriəl] [tuː; tə][biː; bi]['ænəlaizd][ɪz] [pleɪst] [ɑːn][ə; eɪ]['met(ə)l] ['fɪləmənt]

A	**small**	**drop**	**of**	**material**	**to**	**be**	**analyzed**	**is**	**placed**	**on**	**a**	**metal**	**filament**
一个	小的	降低	的	材料	到	是	分析	是	放置	在	一个	金属	灯丝

[ænd; ənd][draɪd] .

and	**dried**	**.**
和	干燥	.

将一小滴待分析的物质滴在金属丝上并干燥。

[ðə; ði] ['fɪləmənt] , [ɪn][ɪts]['hoʊldər] , [ɪz] [pleɪst] [ˌɪn'saɪd][ðə; ði] [mæs] [spekˈtrɑːmɪtər] , [ænd; ənd] ['hiːtɪd]

The	**filament**	**,**	**in**	**its**	**holder**	**,**	**is**	**placed**	**inside**	**the**	**mass**	**spectrometer**	**,**	**and**	**heated**
这	灯丝	,	在	它是	持有者	,	是	放置	里面	这	大量的	光谱仪	,	和	加热

[ɪ'lektrɪkli] [ɪn][ə; eɪ]['vækjuːm] ,

electrically	**in**	**a**	**vacuum**	**,**
电气	在	一个	真空	,

灯丝连同其支架一起放置在质谱仪内部，并在真空中进行电加热。

[laɪk] [ðə; ði] ['fɪləmənt] [ɪn][ə; eɪ] [laɪt] [bʌlb] .

like	**the**	**filament**	**in**	**a**	**light**	**bulb**	**.**
喜欢	这	灯丝	在	一个	光	电灯泡	.

就像灯泡里的灯丝一样。

[æz; əz][ðə; ði]['waɪər] [bɪ'gɪnz] [tuː; tə] [gloʊ] , [sʌm; səm][ʌv; əv][ðə; ði]['sæmp(ə)l] [bɪ'gɪnz] [tuː; tə] ['reɪdieɪt] ,

As	**the**	**wire**	**begins**	**to**	**glow**	**,**	**some**	**of**	**the**	**sample**	**begins**	**to**	**radiate**	**,**
作为	这	金属丝	开始	到	辉光	,	一些	的	这	样本	开始	到	辐射	,

当导线开始发光时，部分样品也开始辐射。

[ɔːr] “ [bɔɪl] [ɔːf] ” , ['luːzɪŋ] [æn; ən] [ɪ'lektrɑːn] [ɔːr] [tuː] [ɪn][ðə; ði] ['prɑːses] .

or	**“**	**boil**	**off**	**”**	**,**	**losing**	**an**	**electron**	**or**	**two**	**in**	**the**	**process**	**.**
或者	“	熬	离开	”	,	输	一个	电子	或者	二	在	这	过程	.

或者“蒸发”，在此过程中失去一两个电子。

[ɪn] ['ʌðər] [wɜːrdz] , [sʌm; səm][ʌv; əv][ðə; ði]['ætəmz] [wɪl] [biː; bi] [tʃeɪndʒd] ['ɪntuː]['pɑːzətɪv]['aɪənz; 'aɪɑːnz] .

In	other	words	,	some	of	the	atoms	will	be	changed	into	positive	IONS	.
在	其他	字	,	一些	的	这	原子	将要	是	已更改	进入	积极的	离子	.

换句话说，一些原子会变成正离子。

[æn; ən] [ɔːl'tɜːrnətɪv] ['meθəd] [ɪz][tuː; tə] [ˌɪntrə'duːs] [ðə; ði]['sæmp(ə)l] [mə'tɪriəl] ['ɪntuː][ðə; ði]['vækjuːm]

An	alternative	method	is	to	introduce	the	sample	material	into	the	vacuum
一个	选择	方法	是	到	介绍	这	样本	材料	进入	这	真空

['tʃeɪmbər] [ɪn][ðə; ði][fɔːrm][ʌv; əv][ə; eɪ][gæs] ([laɪk]['ɑːrgɑːn] ,

chamber	in	the	form	of	a	gas	(	like	argon	,
房间	在	这	形式	的	一个	气体	(	喜欢	氩气	,

另一种方法是将样品材料以气体（如氩气）的形式引入真空室，

[fɔːr; fər][ɪg'zæmp(ə)l]) , [ænd; ənd] [ðen] [bɑːm'bɑːrd][ðə; ði][gæs][wɪð; wɪθ] electrons34

for	example	)	,	and	then	bombard	the	gas	with	electrons34
为了	例子	)	,	和	然后	轰击	这	气体	和	electrons34

例如)，然后用电子轰击气体34

['striːmɪŋ] [frʌm; frəm][ə; eɪ][hɑːt]['fɪləmənt] .

streaming	from	a	hot	filament	.
流媒体	从	一个	热的	灯丝	.

从炽热的灯丝中喷出液体。

[ðə; ði][ɪ'lektrɑːn] [striːm] [wɪl] [nɑːk] [sʌm; səm][e'lektrɒnz] [ɔːf][ðə; ði][gæs]['mɑːləˌkjuːlz][ænd; ənd] [ðɪs]

The	electron	stream	will	knock	some	electrons	off	the	gas	molecules	and	this
这	电子	溪流	将要	敲	一些	电子	离开	这	气体	分子	和	这

['ɔːlsoʊ] [wɪl] [prə'duːs] ['pɑːzətɪv]['aɪənz; 'aɪɑːnz] .

also	will	produce	positive	ions	.
还	将要	生产	积极的	离子	.

电子流会使一些电子从气体分子中脱离，这也会产生正离子。

['iːðər] ['prɑːses] [ʌv; əv]['aɪənˌaɪɑːn] [prə'dʌkʃn] [ɪz][ˌsætɪs'fæktəri] , [diˈpendiŋ] [ɑːn][ðə; ði]['prɑːbləm][tuː; tə]

Either	process	of	ion	production	is	satisfactory	,	depending	on	the	problem	to
任何一个	过程	的	离子	生产	是	令人满意的	,	取决于	在	这	问题	到

[biː; bi] ['tækld] ,

be	tackled	,
是	已解决	,

根据要解决的问题，两种离子生成方法均可满足要求。

[bʌt; bət][ðə; ði] [mæs] [spɛk'trɑːmɪtərz] [fɔːr; fər][ðə; ði] [tuː] ['meθədz] [ɑːr; ər]['nætʃ(ə)rəli][kwaɪt] ['dɪfrənt] .

but	the	mass	spectrometers	for	the	two	methods	are	naturally	quite	different	.
但	这	大量的	光谱仪	为了	这	二	方法	是	自然	相当	不同的	.

但这两种方法所使用的质谱仪自然截然不同。

[wɪtʃ'evər] [weɪ] [ðə; ði]['aɪənz; 'aɪɑːnz][wɜːr; wər] [prə'duːst] , [ðeɪ] [ɑːr; ər][nekst][ɪk'spoʊzd][tuː; tə][ə; eɪ]

Whichever	way	the	ions	were	produced	,	they	are	next	exposed	to	a
任何	方式	这	离子	是	生产	,	他们	是	下一个	裸露	到	一个

[strɔːŋ] [ɪ'lektrɪk] [fiːld] ,

strong	electric	field	,
强的	电的	场地	,

无论离子是通过何种方式产生的，接下来它们都会暴露在强电场中。

[ək'seləreɪtɪd] , [ænd; ənd] [ɪˌlɛktroʊ'stætɪkli] ['foʊkəst] ['ɪntuː][ə; eɪ] [biːm] .

accelerated	,	and	electrostatically	focused	into	a	beam	.
加速	,	和	静电	专注	进入	一个	光束	.

加速后，通过静电聚焦成光束。

[ðiːz] [tʃɑːrdʒd] ['pɑːrtɪk(ə)lz][ɑːr; ər][də'rektɪd]['ɪntuː][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fiːld] [bɪ'twiːn] [ðə; ði][poʊl]['feɪsɪz]

These	charged	particles	are	directed	into	a	magnetic	field	between	the	pole	faces
这些	带电	颗粒	是	指导	进入	一个	磁的	场地	之间	这	极	面孔

[ʌv; əv][æn; ən][ɪ'lektroʊmægnət] .

of	an	electromagnet	.
的	一个	电磁铁	.

这些带电粒子被引导到电磁铁磁极之间的磁场中。

[ðə; ði]['mægnət] [dʌz] [ðə; ði]['ænəlaɪzɪŋ] [baɪ][ðə; ði]['prɪnsəp(ə)l][ʌv; əv][mæg'netɪk] [dɪ'flekʃn] [ðæt] [wʌz; wəz]

The	magnet	does	the	analyzing	by	the	principle	of	magnetic	deflection	that	was
这	磁铁	做	这	分析	经过	这	原则	的	磁的	偏转	那	曾是

[noʊn] [tuː; tə]['ɑnˌdreɪ] ['æmpɪr] [ænd; ənd]['maɪk(ə)l] ['færədeɪ] [mɔːr] [ðæn; ðən][ə; eɪ] ['sentʃəri] [ə'goʊ] .

known	to	André	Ampere	and	Michael	Faraday	more	than	a	century	ago	.
已知	到	安德烈	安培	和	迈克尔	法拉第	更多的	比	一个	世纪	前	.

磁铁利用磁偏转原理进行分析，这个原理早在一百多年前就被安德烈·安培和迈克尔·法拉第所了解。

['eni] ['muːvɪŋ] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑːrdʒ] [hæz; həz][ə; eɪ][mæg'netɪk] [fiːld] [ə'soʊsieɪtɪd] [wɪð; wɪθ][ˌaɪ 'tiː] .

Any	moving	electric	charge	has	a	magnetic	field	associated	with	it	.
任何	移动	电的	收费	有	一个	磁的	场地	联系	和	它	.

任何运动的电荷都具有与之相关的磁场。

[ðɪs] [fiːld] [ˌɪntər'ækts][wɪð; wɪθ][ðə; ði] [fiːld] [ʌv; əv][ðə; ði] ['ænəlaɪzɪŋ] ['mægnət][tuː; tə] [ɪm'pres] [ə; eɪ]

This	field	interacts	with	the	field	of	the	analyzing	magnet	to	impress	a
这	场地	互动	和	这	场地	的	这	分析	磁铁	到	令人印象深刻	一个

[dɪ'flɛktɪŋ] [fɔːrs] [ɑːn][ðə; ði] [tʃɑːrdʒ] .

deflecting	force	on	the	charge	.
偏转	力量	在	这	收费	.

该磁场与分析磁铁的磁场相互作用，对电荷施加偏转力。

[ðə; ði] [fɔːrs] [ækts][æt; ət] [raɪt] ['æŋglz] [tuː; tə][ðə; ði][də'rekʃn; daɪ'rekʃn][ðə; ði] [tʃɑːrdʒ] ['trævlz] [ænd; ənd]

The	force	acts	at	right	angles	to	the	direction	the	charge	travels	and
这	力量	行为	在	正确的	角度	到	这	方向	这	收费	旅行	和

['ɔːlsoʊ][æt; ət] [raɪt] ['æŋglz] [tuː; tə][ðə; ði][də'rekʃn; daɪ'rekʃn][ʌv; əv][ðə; ði] [ɪm'prest] [mæg'netɪk] [fiːld] .

also	at	right	angles	to	the	direction	of	the	impressed	magnetic	field	.
还	在	正确的	角度	到	这	方向	的	这	印象深刻	磁的	场地	.

该力与电荷运动方向垂直，也与所施加磁场的方向垂直。

[ðə; ði] [pʊl] [ʌv; əv] [ðɪs] [fɔːrs] [dɪ'pendz] ['oʊnli][ɑːn][ðə; ði] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑːrdʒ] [ænd; ənd][ðə; ði] [spiːd] [ʌv; əv]

The	pull	of	this	force	depends	only	on	the	electric	charge	and	the	speed	of
这	拉	的	这	力量	取决于	仅有的	在	这	电的	收费	和	这	速度	的

[iːtʃ] ['pɑːrtɪk(ə)l] :

each	particle	:
每个	粒子	:

这种力的大小仅取决于每个粒子的电荷量和速度：

[ə; eɪ] [laɪt] ['sɪŋg(ə)l] - [tʃɑːrdʒd] ['pɑːrtɪk(ə)l] [wɪl] [biː; bi] [dɪ'flektɪd] [mɔːr] [ðæn; ðən][ə; eɪ]['hevɪərðən'er]

A	light	single	-	charged	particle	will	be	deflected	more	than	a	heavier
一个	光	单身的	-	带电	粒子	将要	是	偏转	更多的	比	一个	较重

['pɑːrtɪk(ə)l][wɪð; wɪθ][ðə; ði] [seɪm] [tʃɑːrdʒ] .

particle	with	the	same	charge	.
粒子	和	这	相同的	收费	.

带相同电荷的较轻单电荷粒子比带相同电荷的较重粒子偏转得更厉害。

[ɪn] [ðɪs] [wei] , [ðə; ði]['aɪənz; 'aɪɑːnz][ɪn][ðə; ði] [biːm] [ɑːr; ər]['sɔːrtɪd] [aʊt]['ɪntuː][ə; eɪ] ['nʌmbər] [ʌv; əv]

In	this	way	,	the	ions	in	the	beam	are	sorted	out	into	a	number	of
在	这	方式	,	这	离子	在	这	光束	是	已排序	出去	进入	一个	数字	的

['seprət] [biːmz] ,

separate	beams	,
分离	光束	,

这样，束中的离子就被分成了许多独立的束。

[iːtʃ] [meɪd] [ʌp] [ʌv; əv] ['pɑːrtɪk(ə)lz] [ʌv; əv] [ðə; ði] [seɪm] [tʃɑːrdʒ] / [mæs] ['reɪʃioʊ] .

each	made	up	of	particles	of	the	same	charge	/	mass	ratio	.
每个	制成	向上	的	颗粒	的	这	相同的	收费	/	大量的	比率	.

每个粒子都由具有相同电荷/质量比的粒子组成。

[iːtʃ] [biːm] [kən'teɪnz] [wʌn] ['aɪsətoʊp] [ʌv; əv] [ðə; ði] [ə'rɪdʒən(ə)l] [mə'tɪriəl] ,

Each	beam	contains	one	isotope	of	the	original	material	,
每个	光束	包含	一	同位素	的	这	原来的	材料	,

每束光束都包含原始材料的一种同位素，

[bɪ'kəz, bɪ'kɔːz] ['aɪsəˌtoʊps] ['dɪfər] [ɑːn] [ðə; ði] ['beɪsɪs] [ʌv; əv] [ðer; ðər] [mæs] .

because	isotopes	differ	on	the	basis	of	their	mass	.
因为	同位素	不同	在	这	基础	的	他们的	大量的	.

因为同位素的质量不同。

[baɪ] [ə'dʒʌstɪŋ] [ðə; ði] ['kɜːrənt] [ɪn] [ðə; ði] [ɪ'lektroʊmægnət] [wiː; wi] [kæn; kən] [də'rekt] [ðiːz] ['seprət] [biːmz]

By	adjusting	the	current	in	the	electromagnet	we	can	direct	these	separate	beams
经过	调整	这	当前的	在	这	电磁铁	我们	能	直接的	这些	分离	光束

['ɪntuː] [ə; eɪ] “ [kə'lektər] ” [ænd; ənd] [ɪ'lektrɪkli] ['meʒər] [ðer; ðər] [ɪn'tensəti] [wʌn] [baɪ] [wʌn] .

into	a	“	collector	”	and	electrically	measure	their	intensity	one	by	one	.
进入	一个	“	集电极	”	和	电气	措施	他们的	强度	一	经过	一	.

通过调节电磁铁中的电流，我们可以将这些单独的光束引导到“收集器”中，并逐一测量它们的强度。

[ðɪs] ['gɪvz] [ðə; ði] ['relətɪv] [ə'bʌndəns] [ʌv; əv] [ðə; ði] ['seprət] ['aɪsəˌtoʊps] [ɪn] [ðə; ði] ['sæmp(ə)l] .

This	gives	the	relative	abundance	of	the	separate	isotopes	in	the	sample	.
这	给予	这	相对的	丰富	的	这	分离	同位素	在	这	样本	.

这可以得出样品中各个同位素的相对丰度。

['mɪnɝəlz, 'mɪnrəlz] [ðæt] [kæn; kən] [biː; bi] ['deɪtɪd]

Minerals	That	Can	Be	Dated
矿物	那	能	是	日期

可以进行年代测定的矿物

['meʒərɪŋ] [eɪdʒ] [baɪ] [wʌn] [ʌv; əv] [ðə; ði] [lɔːŋ] - [lɪvd] [ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps] [rɪ'kwaɪrz] [ə; eɪ] [kloʊzd] ['sɪstəm] .

Measuring	age	by	one	of	the	long	-	lived	radioisotopes	requires	a	closed	system	.
测量	年龄	经过	一	的	这	长的	-	居住地	放射性同位素	需要	一个	关闭	系统	.

利用长寿命放射性同位素测量年龄需要一个封闭系统。

['juːʒuəli; 'juːʒəli] [ðɪs] [ɪz] [sʌm; səm] [kaɪnd] [ʌv; əv] ['krɪst(ə)l] [fɔːrmd] [ɪn] [ə; eɪ] ['pɪriəd] [ʌv; əv] [taɪm] [ðæt] [ɪz]

Usually	this	is	some	kind	of	crystal	formed	in	a	period	of	time	that	is
通常	这	是	一些	种类	的	水晶	形成	在	一个	时期	的	时间	那	是

[ʃɔːrt] ,

short	,
短的	,

通常这是在短时间内形成的某种晶体。

[kəm'perd] [tuː; tə] [ðə; ði] [taɪm] [ðæt] [hæz; həz] [ɪ'læpst] [sɪns] , [ænd; ənd] [ðæt] [hæz; həz] [rɪ'meɪnd]

compared	to	the	time	that	has	elapsed	since	,	and	that	has	remained
比较的	到	这	时间	那	有	过去	自从	,	和	那	有	剩余

[ʌn'tʃeɪndʒd] [sɪns] [ˌaɪ 'tiː] [fɔːrmd] .

unchanged	since	it	formed	.
未更改	自从	它	形成	.

与此后经过的时间相比，它已经发生了变化，而且自形成以来一直保持不变。

[spə'sɪfɪkli] ,

Specifically	,
具体来说	,

具体来说，

['niːðər] [ðə; ði] ['perənt] ['aɪsəˌtoʊps] [kæn; kən] [hæv; həv] [bɪn] ['ædɪd] [nɔːr] [ðə; ði] ['dɔːtər] ['aɪsəˌtoʊps]

neither	the	parent	isotopes	can	have	been	added	nor	the	daughter	isotopes
两者都不	这	父母	同位素	能	有	到过	额外	也不	这	女儿	同位素

[rɪ'muːvd] [baɪ] ['eni] ['prɑːses] ['ʌðər] [ðæn; ðən] [ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] . -

removed	by	any	process	other	than	radioactive	decay	.	35
已移除	经过	任何	过程	其他	比	放射性	衰变	.	-

母同位素不可能通过放射性衰变以外的任何过程添加，子同位素也不可能通过任何其他过程移除。35

[ðə; ði] [ɜːrθ] [ɪz] [ə; eɪ] [daɪ'næmɪk] ['sɪstəm] , [haʊ'evər] .

The	earth	is	a	dynamic	system	,	however	.
这	地球	是	一个	动态的	系统	,	然而	.

然而，地球是一个动态系统。

[θɪŋz] [ɑːr; ər] ['ɔːlweɪz] ['tʃeɪndʒɪŋ] [ænd; ənd] ['muːvɪŋ] — [nɑːt] ['veri] ['ræpɪdli] , [pər'hæps] , [bʌt; bət] [fæst]

Things	are	always	changing	and	moving	—	not	very	rapidly	,	perhaps	,	but	fast
事物	是	总是	变化	和	移动	—	不是	非常	快速	,	也许	,	但	快速地

[ɪ'nʌf] , [ɪn] [ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk] [taɪm] ,

enough	,	in	geologic	time	,
足够的	,	在	地质	时间	,

万物总是在变化和发展——或许变化得并不快，但从地质时间尺度来看，速度已经足够快了。

[tuː; tə] [reɪz] ['maʊntnz] [ænd; ənd] [ʃɪft] ['oʊʃnz] .

to	raise	mountains	and	shift	oceans	.
到	增加	山脉	和	转移	海洋	.

移山填海。

[sə'luːʃənz] [ɑːr; ər] ['muːvɪŋ] [ə'raʊnd] , [di'zɔlviŋ] ['sʌmθɪŋ] [hɪr] [ænd; ənd] [di'pɔzitiŋ] [ˌaɪ 'tiː] [ə'gen]

Solutions	are	moving	around	,	dissolving	something	here	and	depositing	it	again
解决方案	是	移动	大约	,	溶解	某物	这里	和	存款	它	再次

['sʌmwer] [els] .

somewhere	else	.
某处	别的	.

溶液在四处流动，溶解这里的物质，然后又将其沉积到其他地方。

['temprətʃəz] [ɑːr; ər] ['tʃeɪndʒɪŋ] [æz; əz] [wʌn] [pleɪs] [ɪz] [dɪ'nuːdid] [baɪ] [ɪ'roʊʒ(ə)n] [ænd; ənd] [ə'nʌðər] ['eriə]

Temperatures	are	changing	as	one	place	is	denuded	by	erosion	and	another	area
温度	是	变化	作为	一	地方	是	赤裸裸的	经过	侵蚀	和	其他	区域

['berid] ['ʌndər] ['leər] [ʌv; əv] ['sedəmənt] .

buried	under	layers	of	sediment	.
埋葬	在下面	层	的	沉淀	.

随着地表侵蚀导致部分地区植被消失，而另一些地区则被厚厚的沉积物掩埋，气温也在发生变化。

['ʌndər] [sʌtʃ] [kən'dɪʃ(ə)nz] , [fjuː] ['sɪstəmz] [rɪ'meɪn] [kloʊzd] .

Under	such	conditions	,	few	systems	remain	closed	.
在下面	这样的	状况	,	很少	系统	保持	关闭	.

在这种情况下，很少有系统会保持关闭状态。

[ˌaɪ 'tiː] [ɪz] [pər'hæps] [sər'praɪzɪŋ] [ðæt] [wiː; wi] [faɪnd] ['eni] [kloʊzd] ['sɪstəmz] [æt; ət] [ɔːl] .

It	is	perhaps	surprising	that	we	find	any	closed	systems	at	all	.
它	是	也许	奇怪	那	我们	寻找	任何	关闭	系统	在	全部	.

或许令人惊讶的是，我们竟然能发现任何封闭系统。

[let] [ˌjuː 'es] [lʊk] [æt; ət] [ə; eɪ] [fjuː] [ðæt] [ɑːr; ər] [noʊn] [tuː; tə] [biː; bi] [rɪ'laɪəb(ə)l] .

Let	us	look	at	a	few	that	are	known	to	be	reliable	.
让	我们	看	在	一个	很少	那	是	已知	到	是	可靠的	.

让我们来看几个公认的可靠例子。

([ðeɪ] [ɑːr; ər] ['lɪstɪd] [ɪn] ['teɪbl] [aɪ] [ɑːn] [peɪdʒ] [fɔːr] .)

(	They	are	listed	in	Table	I	on	page	4	.	)
(	他们	是	列出	在	桌子	我	在	页	4	.	)

（详见第4页表I。）

['pɑ:tæʃ] ['feldspɑ:r]
Potash **Feldspar**
钾肥 长石

钾长石

[ɪn][ðə; ði] ['ɜ:rli] 1950s ,
In **the** **early** **1950s** **,**
在 这 早期的 1950s ,

20世纪50年代初，

[wen] [ðə; ði] [pə'tæsiəm] - ['ɑ:rgɑ:n] (['perənt] - ['dɔ:tər]) ['meθəd] [wʌz; wəz] ['bi:ɪŋ] [dɪ'veləpt] [baɪ]
when **the** **potassium** **-** **argon** **(** **parent** **-** **daughter** **)** **method** **was** **being** **developed** **by**
什么时候 这 钾 - 氩气 (父母 - 女儿) 方法 曾是 存在 发达 经过
['saɪəntɪsts] [æt; ət][ðə; ði][ˌju:nɪ'vɜ:rsəti][ʌv; əv][ʃɪ'kɑ:goʊ] ,
scientists **at** **the** **University** **of** **Chicago** **,**
科学家 在 这 大学 的 芝加哥 ,

当芝加哥大学的科学家们正在开发钾氩（母体-子体）法时，

[ˌaɪ 'ti:][wʌz; wəz] [θɔ:t] [ðæt] [ðə; ði] ['pɑ:tæʃ] - ['berɪŋ] [və'raɪəti][ʌv; əv][ðə; ði]['mɪnərəl]['feldspɑ:r] [wʊd]
it **was** **thought** **that** **the** **potash** **-** **bearing** **variety** **of** **the** **mineral** **feldspar** **would**
它 曾是 想法 那 这 钾肥 - 轴承 种类 的 这 矿物 长石 会
[bi:; bi][æn; ən][aɪ'di:əl][kloʊzd] ['sɪstəm] ,
be **an** **ideal** **closed** **system** **,**
是 一个 理想的 关闭 系统 ,

人们认为含钾长石是一种理想的封闭系统，

[bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z][ˌaɪ 'ti:][wʌz; wəz]['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli] ['ɑ:ptɪkli] [klɪr] [ænd; ənd] [fri:] [ʌv; əv] [flɔ:z] .
because **it** **was** **usually** **optically** **clear** **and** **free** **of** **flaws** **.**
因为 它 曾是 通常 光学 清除 和 自由的 的 缺陷 .

因为它通常在光学上是透明的，没有任何瑕疵。

[ðɪs] ['waɪdli] [ʃerd] , ['lɑ:dʒɪk(ə)l] , [ænd; ənd] ['pɜ:rfɪktli] [ˌsaɪən'tɪfɪk] [dɪ'dʌkʃ(ə)n] [su:n] [tɜ:rnd] [aʊt][tu:; tə]
This **widely** **shared** **,** **logical** **,** **and** **perfectly** **scientific** **deduction** **soon** **turned** **out** **to**
这 广泛 共享 , 逻辑 , 和 完美 科学 扣除 很快 转向 出去 到
[bi:; bi][kwaɪt] [rɔ:ŋ] .
be **quite** **wrong** **.**
是 相当 错误的 .

这种广为流传、合乎逻辑且完全科学的推论很快就被证明是完全错误的。

[ðə; ði][ˌsaɪən'tɪfɪk]['wɜ:rkərz] [dɪ'skʌvərd] [ðæt] [wen] ['feldspɑ:r][ænd; ənd]['maɪkə][frʌm; frəm][ðə; ði] [seɪm]
The **scientific** **workers** **discovered** **that** **when** **feldspar** **and** **mica** **from** **the** **same**
这 科学 工人 发现 那 什么时候 长石 和 云母 从 这 相同的
[rɑ:k] ([ænd; ənd] [ðʌs] [ʌv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ]) [wɜ:r; wər]['ænəlaizd][saɪd][baɪ][saɪd] ,
rock **(** **and** **thus** **of** **the** **same** **age** **)** **were** **analyzed** **side** **by** **side** **,**
岩石 (和 因此 的 这 相同的 年龄) 是 分析 边 经过 边 ,

科研人员发现，当对来自同一块岩石（因此年龄也相同）的长石和云母进行并排分析时，

[ðə; ði]['maɪkə]['ɔ:lweɪz] [keɪm] [aʊt]['oʊldər] !
the **mica** **always** **came** **out** **older** **!**
这 云母 总是 来了 出去 老 !

云母总是看起来比实际年份老！

[ɪnˌvestɪ'geɪʃ(ə)n] [ʃoʊd] [ðæt]['feldspɑ:r] “ [li:kt] ” ['ɑ:rgɑ:n] ([lɔ:st][sʌm; səm][ʌv; əv][ɪts][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk]
Investigation **showed** **that** **feldspar** **“** **leaked** **”** **argon** **(** **lost** **some** **of** **its** **radiogenic**
调查 显示 那 长石 “ 泄露 ” 氩气 (丢失的 一些 的 它是 放射成因
['ɑ:rgɑ:n]) ['i:v(ə)n][æt; ət] [ru:m] ['temprətʃər; 'temprətʃʊr] ,
argon **)** **even** **at** **room** **temperature** **,**
氩气) 甚至 在 房间 温度 ,

调查显示，即使在室温下，长石也会“泄漏”氩气（损失部分放射性氩气）。

[bʌt; bət][ðə; ði]['maɪkə] [ri'teind] [ɔ:l][ɔ:r] ['nɪrli] [ɔ:l][ʌv; əv][ðə; ði]['ɑ:rgɑ:n][ðæt][hæd; həd] [bɪn] ['dʒenəreɪtɪd]

but	the	mica	retained	all	or	nearly	all	of	the	argon	that	had	been	generated
但	这	云母	保留	全部或者		几乎	全部	的	这	氩气	那	有	到过	生成的

[ɪn][ˌaɪ 'ti:] .

in	it	.
在	它	.

但是云母保留了其中产生的所有或几乎全部的氩气。

['maɪkə]

Mica
云母

云母

[wɪð; wɪθ][ðə; ði] [dɪ'veləpmənt] [ʌv; əv][ðə; ði][ru:'bɪdiəm] - ['strɑ:ntiəmˌ'strɑ:nʃiəm] (['perənt] - ['dɔ:tər])

With	the	development	of	the	rubidium	-	strontium	(	parent	-	daughter	)
和	这	发展	的	这	铷	-	锶	(	父母	-	女儿	)

['meθəd] [baɪ][el] . [ti:] . ['ɔldrɪtʃ] [ænd; ənd][hɪz; ɪz][ˌsi: 'oʊ] - ['wɜ:rkərz][æt; ət][ðə; ði] ['kɑ:rnəgi] [ˌɪnstɪ'tu:ʃ(ə)n]

method	by	L	.	T	.	Aldrich	and	his	co	-	workers	at	the	Carnegie	Institution
方法	经过	L	.	T	.	奥尔德里奇	和	他的	合作	-	工人	在	这	卡内基	机构

[ʌv; əv] ['wɑ:ʃɪŋtən] ,

of	Washington	,
的	华盛顿	,

随着华盛顿卡内基研究所的LT Aldrich及其同事开发出铷锶（母子）法，

[keɪm] [ðə; ði][ˌri:ələ'zeɪʃ(ə)n] [ðæt] ['maɪkə][wʌz; wəz]['ɔ:lsoʊ] ['veri] ['ju:sf(ə)l][fɔ:r; fər] [ðɪs] [ə'næləsɪs] ,

came	the	realization	that	mica	was	also	very	useful	for	this	analysis	,
来了	这	实现	那	云母	曾是	还	非常	有用	为了	这	分析	,

人们逐渐意识到云母对这项分析也非常有用。

[fɔ:r; fər][ˌaɪ 'ti:]['ju:ʒuəli; 'ju:ʒəli] [kən'teɪnz] ['æmp(ə)l][ru:'bɪdiəm][ænd; ənd][nɑ:t] [mʌtʃ] [ə'rɪdʒən(ə)l]

for	it	usually	contains	ample	rubidium	and	not	much	original
为了	它	通常	包含	充足	铷	和	不是	很多	原来的

['strɑ:ntiəmˌ'strɑ:nʃiəm] [ðæt] [wʊd] [mæsk][ðə; ði] ['prez(ə)ns] [ʌv; əv][ðə; ði][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk]

strontium	that	would	mask	the	presence	of	the	radiogenic
锶	那	会	面具	这	在场	的	这	放射成因

['strɑ:ntiəmˌ'strɑ:nʃiəm] .

strontium	.
锶	.

因为它通常含有大量的铷，而原始锶含量不高，不会掩盖放射性锶的存在。

[æz; əz][ə; eɪ] [rɪ'zʌlt] , ['maɪkə] , [ɪ'speʃəli] [blæk] ['maɪkə] ([ðə; ði]['mɪnərəl]['baɪəˌtaɪt]) ,

As	a	result	,	mica	,	especially	black	mica	(	the	mineral	biotite	)	,
作为	一个	结果	,	云母	,	尤其	黑色的	云母	(	这	矿物	黑云母	)	,

因此，云母，尤其是黑云母（矿物黑云母），

[hæz; həz] [ɪn'dʒɔɪd] [greɪt] [ˌpɑ:pju'lærəti][æz; əz][ə; eɪ] [gʊd] [ænd; ənd] ['i:zi] - [tu:; tə] - [faɪnd][kloʊzd] ['sɪstəm]

has	enjoyed	great	popularity	as	a	good	and	easy	-	to	-	find	closed	system
有	享受	伟大的	人气	作为	一个	好的	和	简单的	-	到	-	寻找	关闭	系统

. -

.	36
.	-

作为一种优质且易于获取的封闭系统，它一直广受欢迎。36

[ə; eɪ]['saɪəntɪst] ['meɪkɪŋ] [ə'dʒʌstmənts] [ɑ:n][æn; ən] “ ['ɑ:rgɑ:n][treɪn] ” ,

A	scientist	making	adjustments	on	an	“	argon	train	”	,
一个	科学家	制作	调整	在	一个	“	氩气	火车	”	,

一位科学家正在对“氩气列车”进行调整，

[ə; eɪ] [meɪz] [ʌv; əv] [glæs] ['tuːbɪŋ] [ɪn] [wɪtʃ] ['ɑːrgɑːn][ɪz] [rɪ'liːst] [frʌm; frəm]['mɪnɝəlz, 'mɪnrəlz][ænd; ənd]

a	maze	of	glass	tubing	in	which	argon	is	released	from	minerals	and
一个	迷宫	的	玻璃	管道	在	哪个	氩气	是	发布	从	矿物	和

[pjʊrəˌfaɪd][fɔːr; fər][ə'næləsɪs] .

purified	for	analysis	.
纯化	为了	分析	.

一个由玻璃管组成的迷宫，氩气在其中从矿物中释放出来并被提纯以进行分析。

['evriθɪŋ] [hæz; həz][ɪts]['limits] , [ænd; ənd]['maɪkə][ɪz][noʊ] [ɪk'sepʃn] :

Everything	has	its	limits	,	and	mica	is	no	exception	:
一切	有	它是	限制	,	和	云母	是	不	例外	:

任何事物都有其局限性，云母也不例外：

['iːv(ə)n]['maɪkə] [tendz] [tuː; tə] [liːk] ['ɑːrgɑːn][æt; ət] ['elɪveɪtɪd] , [bʌt; bət] [stɪl] ['relətɪvli] [loʊ] ([ˌdʒiːə'lɑːdʒɪkli]

Even	mica	tends	to	leak	argon	at	elevated	,	but	still	relatively	low	(	geologically
甚至	云母	倾向于	到	泄露	氩气	在	升高	,	但	仍然	相对地	低的	(	地质学

['spiːkɪŋ]) , ['temprətʃəz] .

speaking	)	,	temperatures	.
请讲	)	,	温度	.

即使是云母，在较高但仍然相对较低（从地质学角度来说）的温度下，也容易泄漏氩气。

[ðiːz] [ɪ'fekts] ['ɔːlsoʊ] [dɪ'pend] [ɑːn] ['preʃər] [ænd; ənd] ['ʌðər] ['fæktərz] , [nɑːt][ɔːl][ʌv; əv] [wɪtʃ] [ɑːr; ər]

These	effects	also	depend	on	pressure	and	other	factors	,	not	all	of	which	are
这些	效果	还	依赖	在	压力	和	其他	因素	,	不是	全部	的	哪个	是

[wel] [noʊn] ;

well	known	;
出色地	已知	;

这些影响还取决于压力和其他因素，但并非所有这些因素都为人所知；

[ðiːz] ['elɪveɪtɪd] ['temprətʃəz] ,

these	elevated	temperatures	,
这些	升高	温度	,

这些高温天气，

['preʃərz] [ænd; ənd] ['ʌðər] [kən'dɪʃ(ə)nz][ʌv; əv] [kɔːrs] [ækt][tuː; tə][sʌm; səm][ɪk'stent][ɑːn][ɔːl] ['rɑːks]

pressures	and	other	conditions	of	course	act	to	some	extent	on	all	rocks
压力	和	其他	状况	的	课程	行为	到	一些	程度	在	全部	岩石

['berid] [ɪn][ðə; ði] ['ɝːθs] [krʌst] .

buried	in	the	earth's	crust	.
埋葬	在	这	地球的	地壳	.

当然，埋藏在地壳中的所有岩石都会受到压力和其他条件的影响，而且这种作用程度不一。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [noʊn] [ðæt] [æt; ət]['oʊnli][ə'baʊt] 300°C [æt; ət] ['mɑːdərət] ['preʃərz] ['ɑːrgɑːn][ɪz] [liːkt]

It	is	known	that	at	only	about	300°C	at	moderate	pressures	argon	is	leaked
它	是	已知	那	在	仅有的	关于	300°C	在	缓和	压力	氩气	是	泄露

[frʌm; frəm]['maɪkə]['fæstər][ðæn; ðən][ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['biːɪŋ] ['dʒenəreɪtɪd][ɪn][ˌaɪ 'tiː][baɪ][ðə; ði] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv]

from	mica	faster	than	it	is	being	generated	in	it	by	the	decay	of
从	云母	快点	比	它	是	存在	生成的	在	它	经过	这	衰变	的

[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [pə'tæsiəm] .

radioactive	potassium	.
放射性	钾	.

已知在约 300°C 和中等压力下，氩气从云母中泄漏的速度比放射性钾衰变在云母中产生的氩气速度更快。

[ðə; ði]['temprətʃər; 'temprətʃʊr] ['niːdɪd] [tuː; tə] [kɔːz] [ðə; ði]['ræpɪd] [lɔːs] [ʌv; əv]['strɑːntiəmˌstrɑːnʃiəm]

The	temperature	needed	to	cause	the	rapid	loss	of	strontium
这	温度	需要	到	原因	这	迅速的	损失	的	锶

[frʌm; frəm]['maɪkə][ɪz][nɑːt] [mʌtʃ] ['haɪər] .

from	mica	is	not	much	higher	.
从	云母	是	不是	很多	更高	.

导致云母中锶快速流失所需的温度并不会高很多。

['maɪkə] , [ɪ'speʃəli] ['baɪəˌtaɪt] ,
Mica , **especially** **biotite** ,
云母 , 尤其 黑云母 ,

云母，尤其是黑云母

[wɪl] [riː'kristəlaiz] [ænd; ənd] [luːz] [ɔːl] [ɪts] [ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] [kən'stituənts] (['ɑːrgɑːn] [ænd; ənd]
will **recrystallize** **and** **lose** **all** **its** **radiogenic** **constituents** **(** **argon** **and**
将要 重结晶 和 失去 全部它是 放射成因 成分 (氩气 和
['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm]) [æt; ət] ['temprətʃəz] [wer] ['meni] ['ʌðər] ['mɪnɜ-əlz, 'mɪnrəlz] [ʃoʊ] ['lɪt(ə)l] [ɔːr] [noʊ]
strontium **)** **at** **temperatures** **where** **many** **other** **minerals** **show** **little** **or** **no**
锶) 在 温度 在哪里 许多 其他 矿物 展示 小的 或者 不
[tʃeɪndʒ] .
change **.**
改变 .

在许多其他矿物几乎不发生变化或完全不发生变化的温度下，它会重结晶并失去所有放射性成分（氩和锶）。

[ðæt] [miːnz] [ðæt] [wiː; wi] ['kænɑːt] ['ɔːlweɪz] [rɪ'laɪ] [ɑːn] ['maɪkə] [tuː; tə] [gɪv] [ðə; ði] [deɪt] [ʌv; əv] [ðə; ði]
That **means** **that** **we** **cannot** **always** **rely** **on** **mica** **to** **give** **the** **date** **of** **the**
那 方法 那 我们 不能 总是 依靠 在 云母 到 给 这 日期 的 这
[ə'rɪdʒən(ə)l] [ˌkrɪstələ'zeɪʃ(ə)n] [ʌv; əv] [ə; eɪ] [rɑːk] — [ðə; ði] [taɪm] [wen] [ˌaɪ 'tiː] [kuːld] [frʌm; frəm] [ə; eɪ]
original **crystallization** **of** **a** **rock** **—** **the** **time** **when** **it** **cooled** **from** **a**
原来的 结晶 的 一个 岩石 — 这 时间 什么时候 它 冷却 从 一个
['moʊltən] [steɪt] .
molten **state** **.**
熔融的 状态 .

这意味着我们不能总是依靠云母来确定岩石最初结晶的日期——即岩石从熔融状态冷却的时间。

[ɪn'sted] , ['maɪkə] [wɪl] [tel] [ˌjuː 'es] [wen] [ðə; ði] [rɑːk] [læst] [kuːld] [frʌm; frəm] , [seɪ] , ['sevrəl] ['hʌndrəd]
Instead **,** **mica** **will** **tell** **us** **when** **the** **rock** **last** **cooled** **from** **,** **say** **,** **several** **hundred**
反而 , 云母 将要 告诉 我们 什么时候 这 岩石 最后的 冷却 从 , 说 , 一些 百
[dɪ'griːz] ['sentɪgreɪd] ,
degrees **centigrade** **,**
学位 摄氏度 ,

相反，云母可以告诉我们岩石上次从几百摄氏度冷却下来是什么时候。

[rɪ'gɑːrdləs] [ʌv; əv] [wʌt] [meɪ] [hæv; həv] ['hæpənd] [tuː; tə] [ðə; ði] [rɑːk] [bɪ'fɔːr] [ðæt] .
regardless **of** **what** **may** **have** **happened** **to** **the** **rock** **before** **that** **.**
不管 的 什么 可能 有 发生 到 这 岩石 前 那 .

无论这块岩石之前发生了什么。

[ðə; ði] ['maɪkə] [meɪ] [hæv; həv] [bɪn] [ˌriː'hiːtid] [æz; əz] [ə; eɪ] [rɪ'zʌlt] [ʌv; əv] ['biːɪŋ] ['berid] ['ʌndər] [ə; eɪ] [fjuː]
The **mica** **may** **have** **been** **reheated** **as** **a** **result** **of** **being** **buried** **under** **a** **few**
这 云母 可能 有 到过 重新加热 作为 一个 结果 的 存在 埋葬 在下面 一个 很少
[maɪlz] [ʌv; əv] ['sedəmənt] ,
miles **of** **sediment** **,**
英里 的 沉淀 ,

云母可能由于被埋在几英里厚的沉积物下而重新加热。

[fɔːr; fər] [ɪg'zæmp(ə)l] .
for **example** **.**
为了 例子 .

例如。

[ðə; ði] ['maɪkə] [wɪl] [ʃoʊ] [wen] [ðə; ði] [rɑːk] [læst] [kuːld] — [ɪn] ['ʌðər] [wɜːrdz] , [wen] [ˌaɪ 'tiː] [keɪm] [ʌp]
The **mica** **will** **show** **when** **the** **rock** **last** **cooled** **—** **in** **other** **words** **,** **when** **it** **came** **up**
这 云母 将要 展示 什么时候 这 岩石 最后的 冷却 — 在 其他 字 , 什么时候 它 来了 向上
[ə'gen] . -
again **.** **37**
再次 . -

云母会显示岩石上次冷却的时间——换句话说，就是它再次浮出水面的时间。[37]

[loʊ] - ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm]['feldspɑːr]

Low	-	Strontium	Feldspar
低的	-	锶	长石

低锶长石

[ɪn] [spaɪt] [ʌv; əv] ['ɜːrli] [ˌdɪsə'pɔɪntmənts] [wɪð; wɪθ] ['pɑːtæʃ] ['feldspɑːr][fɔːr; fər]['ɑːrgɑːn] ['deɪtɪŋ] ,

In	spite	of	early	disappointments	with	potash	feldspar	for	argon	dating	,
在	尽管如此	的	早期的	失望	和	钾肥	长石	为了	氩气	约会	,

尽管早期使用钾长石进行氩测年法的研究令人失望，

[sʌm; səm][ʌv; əv][ˌaɪ 'tiː][ɪz]['juːsf(ə)l][fɔːr; fər][ruː'bɪdiəm] - ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm] [prə'siːdʒərz] .

some	of	it	is	useful	for	rubidium	-	strontium	procedures	.
一些	的	它	是	有用	为了	铷	-	锶	程序	.

其中一些可用于铷锶工艺。

[ˌaɪ 'tiː][ɔːl] [dɪ'pendz] [ɑːn] [haʊ] [mʌtʃ] [ə'rɪdʒən(ə)l]['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm][ðə; ðɪ] ['pɑːtæʃ] ['feldspɑːr] [kən'teɪnz] .

It	all	depends	on	how	much	original	strontium	the	potash	feldspar	contains	.
它	全部	取决于	在	如何	很多	原来的	锶	这	钾肥	长石	包含	.

这完全取决于钾长石中原始锶的含量。

[moʊst] ['feldspɑːr] , [ʌn'fɔːrtʃənətli] , [kən'teɪn] [fɑːr] [tuː] [mʌtʃ] ,

Most	feldspars	,	unfortunately	,	contain	far	too	much	,
最多	长石	,	很遗憾	,	包含	远的	也	很多	,

遗憾的是，大多数长石都含有过多的.....

[bʌt; bət]['ræpɪd] ['skriːnɪŋ] [baɪ][eks] - [reɪ] [flə'resns] [ɔːr] [fleɪm] [foʊ'tɑːmətri] ['meθədz] [kæn; kən]

but	rapid	screening	by	X	-	ray	fluorescence	or	flame	photometry	methods	can
但	迅速的	筛选	经过	X	-	射线	荧光	或者	火焰	光度测量	方法	能

[wiːd] [ðiːz] [aʊt][ænd; ənd][aɪ'dentɪfaɪ] ['spesimənz] [loʊ] [ɪ'nʌf] [ɪn][ə'rɪdʒən(ə)l]['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm]

weed	these	out	and	identify	specimens	low	enough	in	original	strontium
杂草	这些	出去	和	确认	标本	低的	足够的	在	原来的	锶

[tuː; tə][biː; bi]['juːsf(ə)l] .

to	be	useful	.
到	是	有用	.

但是，通过 X 射线荧光或火焰光度法进行快速筛选，可以剔除这些样本，并识别出原始锶含量足够低而有用的样本。

['ʌðərwaɪz] , ['feldspɑːr][ɪz][æn; ən] ['eksələnt] [kloʊzd] ['sɪstəm] [fɔːr; fər][ruː'bɪdiəm][ænd; ənd]

Otherwise	,	feldspar	is	an	excellent	closed	system	for	rubidium	and
否则	,	长石	是	一个	出色的	关闭	系统	为了	铷	和

['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm] ;

strontium	;
锶	;

否则，长石是铷和锶的优良封闭体系；

[ˌaɪ 'tiː] [rɪ'meɪnz] [kloʊzd] ['iːv(ə)n][æt; ət] ['temprətʃəz] [haɪ] [ɪ'nʌf] [tuː; tə] [melt] ['meni] ['ʌðər]

it	remains	closed	even	at	temperatures	high	enough	to	melt	many	other
它	遗迹	关闭	甚至	在	温度	高的	足够的	到	熔化	许多	其他

['mɪnɝəlz, 'mɪnrəlz] .

minerals	.
矿物	.

即使在足以熔化许多其他矿物的高温下，它仍然保持闭合状态。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz][nɑːt] [ə'fektɪd] [æt; ət][ɔːl][baɪ][ðə; ðɪ] [seɪm] [dɪ'griː] [ʌv; əv] ['hiːtɪŋ] [ðæt] [wɪl] [draɪv]['ɑːrgɑːn][aʊt]

It	is	not	affected	at	all	by	the	same	degree	of	heating	that	will	drive	argon	out
它	是	不是	做作的	在	全部	经过	这	相同的	程度	的	加热	那	将要	驾驶	氩气	出去

[ʌv; əv]['baɪəˌtaɪt] .

of	biotite	.
的	黑云母	.

它完全不受能将黑云母中的氩气驱出的相同程度的加热的影响。

[ðə; ði][ruːˈbɪdiəm] - [ˈstrɑːntiəmˌˈstrɑːnʃiəm][eɪdʒ][ʌv; əv]['feldspɑːr]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [kʌmz] [kloʊz][tuː; tə][ðə; ði]

The	rubidium	-	strontium	age	of	feldspar	usually	comes	close	to	the
这	铷	-	锶	年龄	的	长石	通常	来	关闭	到	这

[taɪm] [ʌv; əv][əˈrɪdʒən(ə)l] [ˌkrɪstələˈzeɪʃ(ə)n] [ʌv; əv][ðə; ði] [rɑːk] .

time	of	original	crystallization	of	the	rock	.
时间	的	原来的	结晶	的	这	岩石	.

长石的铷锶年龄通常接近岩石原始结晶的时间。

['ɑːbviəsli] , [hɪr] [ɪz][ə; eɪ][ˌdʒiːəˈlɑːdʒɪkli][ɪmˈpɔːrt(ə)nt] [tuːl] .

Obviously	,	here	is	a	geologically	important	tool	.
明显地	,	这里	是	一个	地质学	重要的	工具	.

显然，这是一个在地质学上非常重要的工具。

[ɪf] [wiː; wi][faɪnd]['feldspɑːr][ænd; ənd]['baɪəˌtaɪt][ɪn][wʌn] [rɑːk] , [ænd; ənd] [ɪf] ['feldspɑːr] ,

If	we	find	feldspar	and	biotite	in	one	rock	,	and	if	feldspar	,
如果	我们	寻找	长石	和	黑云母	在	一	岩石	,	和	如果	长石	,

如果在一块岩石中发现长石和黑云母，并且长石，

['testɪd] [baɪ][ðə; ði][ruːˈbɪdiəm] - ['strɑːntiəmˌˈstrɑːnʃiəm] ['meθəd] ['gɪvz] [ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ][æz; əz]['baɪəˌtaɪt]

tested	by	the	rubidium	-	strontium	method	gives	the	same	age	as	biotite
测试	经过	这	铷	-	锶	方法	给予	这	相同的	年龄	作为	黑云母

['testɪd] [baɪ] [pəˈtæsiəm] - ['ɑːrgɑːn] [dɪˈkeɪ] ,

tested	by	potassium	-	argon	decay	,
测试	经过	钾	-	氩气	衰变	,

用铷锶法测定的年龄与用钾氩衰变法测定的黑云母年龄相同。

[ðen] [wiː; wi][kæn; kən][seɪ][wɪð; wɪθ] ['kɑːnfɪdəns] [ðæt] [ðə; ði] [rɑːk] [hæz; həz][nɑːt] [bɪn] [ˌriːˈhiːtid] [sɪns]

then	we	can	say	with	confidence	that	the	rock	has	not	been	reheated	since
然后	我们	能	说	和	信心	那	这	岩石	有	不是	到过	重新加热	自从

['ʃɔːrtli] ['æftər][ˌaɪ 'tiː] ['krɪstəlaɪzd] .

shortly	after	it	crystallized	.
不久	后	它	结晶	.

那么我们可以有把握地说，这块岩石自结晶后不久就没有被重新加热过。

['kɑːnvɜːrsli] , [ɪf] [ðə; ði]['baɪəˌtaɪt] [kʌmz] [aʊt] [mʌtʃ] ['jʌŋgər] [ðæn; ðən][ðə; ði]['feldspɑːr] ,

Conversely	,	if	the	biotite	comes	out	much	younger	than	the	feldspar	,
反过来	,	如果	这	黑云母	来	出去	很多	年轻	比	这	长石	,

反之，如果黑云母的年龄比长石年轻得多，

[wiː; wi][kæn; kən][biː; bi] [ʃʊr] [ðæt] ['sʌmθɪŋ] [hæz; həz] ['hæpənd] [tuː; tə] [ðɪs] [rɑːk] [lɔːŋ] ['æftər][ˌaɪ 'tiː]

we	can	be	sure	that	something	has	happened	to	this	rock	long	after	it
我们	能	是	当然	那	某物	有	发生	到	这	岩石	长的	后	它

[fɜːrst] ['krɪstəlaɪzd] .

first	crystallized	.
第一的	结晶	.

我们可以肯定，这块岩石在最初结晶之后很久都经历了一些变化。

[sʌtʃ] [ˌɪnfərˈmeɪʃ(ə)n][ɪz][nɑːt]['oʊnli]['væljuəb(ə)l][tuː; tə] [pjʊr] ['saɪəns] — [ˌaɪ 'tiː][kæn; kən]['ɔːlsoʊ][biː; bi]

Such	information	is	not	only	valuable	to	pure	science	—	it	can	also	be
这样的	信息	是	不是	仅有的	有价值的	到	纯的	科学	—	它	能	还	是

['juːsf(ə)l][ɪn][loʊˈkeɪtɪŋ] ['eriəz] ['feɪvərəbl] [fɔːr; fər] [ɔːr] ['prɑːspektɪŋ] [ænd; ənd][ɪn] ['ʌðər] ['præktɪk(ə)l] [weɪz] .

useful	in	locating	areas	favorable	for	ore	prospecting	and	in	other	practical	ways	.
有用	在	定位	区域	有利	为了	矿石	勘探	和	在	其他	实际的	方式	.

此类信息不仅对纯科学有价值，而且在寻找适宜矿产勘探的区域以及其他实际用途方面也很有用。

['zɜːrˌkɑːn]

Zircon
锆石

锆石

[ə'nʌðər] ['veri] ['ɪntrəstɪŋ] ['mɪnərəl] [ɪz]['zɜːrˌkɑːn] ([ə; eɪ] ['sɪlɪkeɪt] [ʌv; əv][zɜːr'koʊniəm]) ,

Another	very	interesting	mineral	is	zircon	(	a	silicate	of	zirconium	)	,
其他	非常	有趣的	矿物	是	锆石	(	一个	硅酸盐	的	锆	)	,

另一种非常有趣的矿物是锆石（锆的硅酸盐）。

[wʌn][ʌv; əv][ðə; ði] [ək'sesəri] ['mɪnɚəlz, 'mɪnrəlz] [faʊnd] [ɪn] [smɔːl] ['kwɑːntətiz] [ɪn] ['meni] ['krɪstəlaɪn] ['rɑːks]

one	of	the	accessory	minerals	found	in	small	quantities	in	many	crystalline	rocks
一	的	这	配饰	矿物	成立	在	小的	数量	在	许多	结晶体	岩石

.

:

.

在许多结晶岩中少量存在的一种副矿物。

['zɜːrˌkɑːn]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [ə'kɜːrz] [ɪn] ['veri] [smɔːl] [greɪnz] [ænd; ənd][ɪz] ['hevi] [ænd; ənd][hɑːrd] ,

Zircon	usually	occurs	in	very	small	grains	and	is	heavy	and	hard	,
锆石	通常	发生	在	非常	小的	谷物	和	是	重的	和	难的	,

锆石通常以非常细小的颗粒形式存在，质地坚硬且重量较重。

[soʊ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː][kæn; kən][biː; bi] ['sepəreɪtɪd] [frʌm; frəm][ðə; ði] ['ʌðər] [rɑːk] [wɪ'ðaʊt] [mʌtʃ] ['dɪfɪkəlti] ,

so	that	it	can	be	separated	from	the	other	rock	without	much	difficulty	,
所以	那	它	能	是	分开	从	这	其他	岩石	没有	很多	困难	,

这样就能比较容易地将它与其他岩石分离出来。

['iːv(ə)n] [ðoʊ] [ˌaɪ 'tiː] [meɪ] [teɪk] - [paʊndz] [ʌv; əv] [rɑːk] [tuː; tə] [sə'plaɪ] [ə; eɪ][græm][ʌv; əv]['zɜːrˌkɑːn] .

even	though	it	may	take	100	pounds	of	rock	to	supply	a	gram	of	zircon	.
甚至	尽管	它	可能	拿	-	磅	的	岩石	到	供应	一个	克	的	锆石	.

即使可能需要 100 磅岩石才能提供 1 克锆石。

['zɜːrˌkɑːn]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [kən'teɪnz] [ə; eɪ] [fer] [ə'maʊnt] [ʌv; əv][juː'reɪniəm][ænd; ənd] ['veri] ['lɪt(ə)l] [liːd] .

Zircon	usually	contains	a	fair	amount	of	uranium	and	very	little	lead	.
锆石	通常	包含	一个	公平的	数量	的	铀	和	非常	小的	带领	.

锆石通常含有相当数量的铀和极少量的铅。

[ˌaɪ 'tiː][hoʊldz] [prə'duːst] [liːd] [wel] , ['iːv(ə)n][æt; ət] ['relətɪvli] [haɪ] ['temprətʃəz] .

It	holds	radiogenically	produced	lead	well	,	even	at	relatively	high	temperatures	.
它	持有	放射成因	生产	带领	出色地	,	甚至	在	相对地	高的	温度	.

它能很好地保存放射性产生的铅，即使在相对较高的温度下也是如此。

[bʌt; bət] [ðæt] [ɪz][nɑːt][ɔːl] .

But	that	is	not	all	.
但	那	是	不是	全部	.

但这还不是全部。

['iːv(ə)n] [ɪf] [sʌm; səm][ʌv; əv][ðə; ði] [liːd] [ɪz] [lɔːst] , [ðer; ðər][ɪz][ə; eɪ][ˌmæθə'mætɪk(ə)l] [wei] [ʌv; əv] [kə'rektɪŋ]

Even	if	some	of	the	lead	is	lost	,	there	is	a	mathematical	way	of	correcting
甚至	如果	一些	的	这	带领	是	丢失的	,	那里	是	一个	数学	方式	的	纠正

[fɔːr; fər][ˌaɪ 'tiː] .

for	it	.
为了	它	.

即使失去了一些领先优势，也有数学方法可以进行修正。

[ðɪs] [tek'niːk] [ɪz] [kɔːld] ['kɔŋkɔːdiə] ANALYSIS38

This	technique	is	called	CONCORDIA	ANALYSIS38
这	技术	是	称为	康考迪亚	ANALYSIS38

这项技术被称为康科迪亚分析38

[ænd; ənd][wʌz; wəz] [dɪ'veləpt] [baɪ][dʒiː] . ['dʌbljuː] . ['wɛθɚ-əl] , [ə; eɪ] ['fɪzɪsɪst] [ðen] [æt; ət][ðə; ði]

and	was	developed	by	G	.	W	.	Wetherill	,	a	physicist	then	at	the
和	曾是	发达	经过	G	.	W	.	韦瑟里尔	,	一个	物理学家	然后	在	这

['kɑːrnəgi] [ˌɪnstɪ'tuːʃ(ə)n][ʌv; əv] ['wɑːʃɪŋtən] .

Carnegie	Institution	of	Washington	.
卡内基	机构	的	华盛顿	.

该技术由当时在华盛顿卡内基研究所工作的物理学家 GW Wetherill 开发。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz] [beɪst] , [ə'gen] ,

It	is	based	,	again	,
它	是	基于	,	再次	,

它再次基于.....

[ɑːn][ðə; ði][fækt] [ðæt] ['nætʃ(ə)rəl][juː'reɪniəm][hæz; həz] [tuː] [lɔːŋ] - [lɪvd] ['aɪsəˌtoʊps] — ^{238}U [ænd; ənd] ^{235}U

on	the	fact	that	natural	uranium	has	two	long	-	lived	isotopes	—	^{238}U	and	^{235}U
在	这	事实	那	自然的	铀	有	二	长的	-	居住地	同位素	—	^{238}U	和	^{235}U

— [ænd; ənd] [ðæt] [ðə; ði] ['laɪtər] [wʌn] ,

—	and	that	the	lighter	one	,
—	和	那	这	打火机	一	,

天然铀有两种长寿命同位素——^{238}U 和 ^{235}U——而且较轻的同位素，

^{235}U , [diˈkeiz] ['fæstər][ðæn; ðən][ðə; ði]['hevɪərðən'er] .

^{235}U	,	decays	faster	than	the	heavier	.
^{235}U	,	衰变	快点	比	这	较重	.

^{235}U 的衰变速度比更重的放射性核素快。

[ðə; ði] ['dɔːtər] ['prɑːdʌkt] [ʌv; əv][bəuθ][juː'reɪniəm] [dɪ'keɪ] ['prɑːsesɪz] [ɑːr; ər]['aɪsəˌtoʊps][ʌv; əv][ðə; ði]

The	daughter	products	of	both	uranium	decay	processes	are	isotopes	of	the
这	女儿	产品	的	两个都	铀	衰变	流程	是	同位素	的	这

[seɪm] ['elɪmənt] ,

same	element	,
相同的	元素	,

铀衰变的两种子产物都是同一元素的同位素。

[liːd] — ^{208}Pb [ænd; ənd] ^{207}Pb , [rɪ'spektɪvli] .

lead	—	^{208}Pb	and	^{207}Pb	,	respectively	.
带领	—	^{208}Pb	和	^{207}Pb	,	分别	.

铅—分别为^{208}Pb 和^{207}Pb。

['hevi] ['aɪsəˌtoʊps][ɑːr; ər][nɑːt] ['sepəreɪtɪd] [tuː; tə] ['eni] [sɪg'nɪfɪkənt] [dɪ'griː] [baɪ]['kemɪk(ə)l] ['prɑːsesɪz] ,

Heavy	isotopes	are	not	separated	to	any	significant	degree	by	chemical	processes	,
重的	同位素	是	不是	分开	到	任何	重要的	程度	经过	化学	流程	,

重同位素无法通过化学方法进行有效分离。

[soʊ] [ðæt] [ɪf] [ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] [liːd] [hæz; həz] [bɪn] [lɔːst][frʌm; frəm][ə; eɪ] ['sɪstəm] [fɔːr; fər] ['eni] ['riːz(ə)n] ,

so	that	if	radiogenic	lead	has	been	lost	from	a	system	for	any	reason	,
所以	那	如果	放射成因	带领	有	到过	丢失的	从	一个	系统	为了	任何	原因	,

因此，如果由于任何原因导致放射性铅从系统中丢失，

[ðə; ði] ['ʌðər] [liːd] ['aɪsəˌtoʊps]['ɔːlsoʊ] [wɪl] [hæv; həv] [bɪn] [lɔːst][ɪn] [wət'evər] [prə'pɔːrʃ(ə)n] [ðeɪ] [wɜːr; wər]

the	other	lead	isotopes	also	will	have	been	lost	in	whatever	proportion	they	were
这	其他	带领	同位素	还	将要	有	到过	丢失的	在	任何	部分	他们	是

['prez(ə)nt][ə'rɪdʒənəli] .

present	originally	.
展示	起初	.

其他铅同位素也会按其原本的比例流失。

[ɪf] [wiː; wi][plɑːt][ə; eɪ] [græf] [ʌv; əv][ðə; ði][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] ^{206}Pb / ^{238}U ['reɪʃioʊ] [ə'genst] [ðə; ði]

If	we	plot	a	graph	of	the	radiogenic	^{206}Pb	/	^{238}U	ratio	against	the
如果	我们	阴谋	一个	图形	的	这	放射成因	^{206}Pb	/	^{238}U	比率	反对	这

[ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] ^{207}Pb / ^{235}U ['reɪʃioʊ][fɔːr; fər][kən'kɔːrdənt] ([kloʊzd]) ['sɪstəmz] [ʌv; əv][ɔːl]['eɪdʒɪz] ,

radiogenic	^{207}Pb	/	^{235}U	ratio	for	concordant	(	closed	)	systems	of	all	ages	,
放射成因	^{207}Pb	/	^{235}U	比率	为了	协和	(	关闭	)	系统	的	全部	年龄	,

如果我们绘制所有年龄段的一致（封闭）系统中放射性成因 ^{206}Pb/^{238}U 比值与放射性成因 ^{207}Pb/^{235}U 比值的图表，

[wiː; wi][əb'teɪn][ðə; ði] [kɜːrvd] [laɪn] [ʃoʊn] [ɪn][ðə; ði] ['fɪgjər] [bɪ'loʊ] .

we	obtain	the	curved	line	shown	in	the	figure	below	.
我们	获得	这	弯曲	线	所示	在	这	数字	以下	.

我们得到如下图所示的曲线。

[ðə; ði] [kɜːrv] [ɪz][ðə; ði]['loʊkəs][ʌv; əv][ɔːl] [kən'kɔːrdənt] [juː] - [ˌpiː 'biː]['eɪdʒɪz][ænd; ənd][ɪz] [kɔːld] ['kɔŋkɔːdiə] .

The	curve	is	the	locus	of	all	concordant	U	-	Pb	ages	and	is	called	Concordia	.
这	曲线	是	这	轨迹	的	全部	协和	U	-	铅	年龄	和	是	称为	康考迪亚	.

该曲线是所有一致 U-Pb 年龄的轨迹，称为协和线。

[ðen] [ɪf] [wiː; wi] [test] [tuː] [ɔːr] [mɔːr] [pər'tɪkjələr] ['zɜːrˌkɑːn][ʌv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ] [ðæt] [hæv; həv] [lɔːst]

Then	if	we	test	two	or	more	particular	zircons	of	the	same	age	that	have	lost
然后	如果	我们	测试	二	或者	更多的	特别的	锆石	的	这	相同的	年龄	那	有	丢失的

['dɪfrənt] [ə'maʊnts] [ʌv; əv] [liːd] ,

different	amounts	of	lead	,
不同的	金额	的	带领	,

然后，如果我们测试两颗或多颗年龄相同但铅含量不同的锆石，

[æt; ət] [ə'baʊt] [ðə; ði] [seɪm] [taɪm] ,

at	about	the	same	time	,
在	关于	这	相同的	时间	,

大约在同一时间，

[ðə; ði][plɑːt][ʌv; əv][ðer; ðər] ^{206}Pb / ^{238}U ['reiʃiəuz] [ə'genst] [ðer; ðər] ^{207}Pb / ^{235}U ['reiʃiəuz] [wɪl] [fɔːl][ɑːn][ə; eɪ]

the	plot	of	their	^{206}Pb	/	^{238}U	ratios	against	their	^{207}Pb	/	^{235}U	ratios	will	fall	on	a
这	阴谋	的	他们的	^{206}Pb	/	^{238}U	比率	反对	他们的	^{207}Pb	/	^{235}U	比率	将要	落下	在	一个

[streɪt] [laɪn] [ðæt] [ɪz][ə; eɪ] [kɔːrd] [ʌv; əv][ðə; ði] ['kɔŋkɔːdiə] [kɜːrv] .

straight	line	that	is	a	chord	of	the	Concordia	curve	.
直的	线	那	是	一个	弦	的	这	康考迪亚	曲线	.

它们的 ^{206}Pb/^{238}U 比值与它们的 ^{207}Pb/^{235}U 比值的关系图将落在一条直线上，这条直线是康科迪亚曲线的弦。

[ðə; ði] ['ʌpər] [ˌɪntər'sekʃ(ə)n] [ʌv; əv] [ðɪs] [kɔːrd] [wɪð; wɪθ][ðə; ði] [kɜːrv] [ðen] [wɪl] [mɑːrk][ðə; ði] [truː] [eɪdʒ]

The	upper	intersection	of	this	chord	with	the	curve	then	will	mark	the	true	age
这	上	路口	的	这	弦	和	这	曲线	然后	将要	标记	这	真的	年龄

[ʌv; əv][ðə; ði]['zɜːrˌkɑːn] .

of	the	zircons	.
的	这	锆石	.

这条弦与曲线的上交点将标志着锆石的真实年龄。

[ðɪs] [ɪz][æn; ən] [ɪ'læbərət] [tek'niːk] ['juːtəlaɪzɪŋ] ['dɪfɪkəlt] ['kemɪk(ə)l] [prə'siːdʒərz] ,

This	is	an	elaborate	technique	utilizing	difficult	chemical	procedures	,
这	是	一个	精心制作的	技术	利用	难的	化学	程序	,

这是一项运用复杂化学步骤的精密技术。

[bʌt; bət][ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [pruːvd] [ɪn'væljuəb(ə)l][ɪn] ['sɑːlvɪŋ] [sʌm; səm][ɪm'pɔːrt(ə)nt][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk]['prɔːbləms] .

but	it	has	proved	invaluable	in	solving	some	important	geologic	problems	.
但	它	有	已证实	无价	在	解决	一些	重要的	地质	问题	.

但它在解决一些重要的地质问题方面已被证明是不可估量的。

[ðə; ði] ['kɔŋkɔːdiə] [kɜːrv] ['ɔfɝz] [ə; eɪ]['juːsf(ə)l] [wei] [ʌv; əv] ['ænəlaɪzɪŋ] [rɪ'zʌlts] [ʌv; əv][eɪdʒ] [diˌteːmi'neiʃənz]

The	Concordia	curve	offers	a	useful	way	of	analyzing	results	of	age	determinations
这	康考迪亚	曲线	优惠	一个	有用	方式	的	分析	结果	的	年龄	决定

[ɑːn][ðə; ði]['mɪnərəl]['zɜːrˌkɑːn] . -

on	the	mineral	zircon	.	39
在	这	矿物	锆石	.	-

协和曲线为分析锆石矿物年龄测定结果提供了一种有效方法。[39]

['hɔːrnˌblend]

Hornblende
角闪石

角闪石

[ðə; ði]['mɪnərəl] ['hɔːrnˌblend] [prə'vaidz] [ə'nʌðər] ['juːsf(ə)l] ['sɪstəm] .

The	mineral	hornblende	provides	another	useful	system	.
这	矿物	角闪石	提供	其他	有用	系统	.

角闪石矿物提供了另一种有用的体系。

['hɔːrn,blend] [ɪz][ə; eɪ][kəm'pleks] ['sɪlɪkeɪt] [ʌv; əv]['soʊdiəm] , ['kælsiəm] , ['aɪərn] , [mæg'niːziəm] , [ænd; ənd]

Hornblende	**is**	**a**	**complex**	**silicate**	**of**	**sodium**	**,**	**calcium**	**,**	**iron**	**,**	**magnesium**	**,**	**and**
角闪石	是	一个	复杂的	硅酸盐	的	钠	,	钙	,	铁	,	镁	,	和

[ə'luːmɪnəm; ə'luːmənəm] ,

aluminum	**,**
铝	,

角闪石是一种由钠、钙、铁、镁和铝组成的复杂硅酸盐矿物。

[ænd; ənd]['juːʒuəli; 'juːʒəli] [kən'teɪnz] [ə; eɪ] [fjuː] [tenθs] [ʌv; əv][wʌn] % [ʌv; əv] [pə'tæsiəm] .

and	**usually**	**contains**	**a**	**few**	**tenths**	**of**	**1**	**%**	**of**	**potassium**	**.**
和	通常	包含	一个	很少	十分之一	的	1	%	的	钾	.

通常含有几千分之一的钾。

[ˌaɪ 'tiː][ɪz][ʌn'juːʒuəl][ɪn] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː] [tə'neɪʃəsli] [ri'teinz] [ɪts][ˌreɪdioʊ'dʒenɪk]['ɑːrgɑːn] , ['iːv(ə)n][æt; ət]

It	**is**	**unusual**	**in**	**that**	**it**	**tenaciously**	**retains**	**its**	**radiogenic**	**argon**	**,**	**even**	**at**
它	是	异常	在	那	它	顽强地	保留	它是	放射成因	氩气	,	甚至	在

['relətɪvli] [haɪ] ['temprətʃəz] .

relatively	**high**	**temperatures**	**.**
相对地	高的	温度	.

它不同寻常之处在于，即使在相对较高的温度下，它也能顽强地保留其放射性氩。

['sænɪdin]

Sanidine
透定

桑尼丁

[stɪl] [ə'nʌðər] [gʊd] ['sɪstəm] [ɪz][ðə; ði] [rer] ['feldspɑːr] , ['sænɪdin] ,

Still	**another**	**good**	**system**	**is**	**the**	**rare**	**feldspar**	**,**	**sanidine**	**,**
仍然	其他	好的	系统	是	这	稀有的	长石	,	透定	,

还有一种很好的矿物体系是稀有的长石——透长石。

[wɪtʃ] [ɪz] ['eksələnt] [fɔːr; fər][bəuθ] [pə'tæsiəm] - ['ɑːrgɑːn][ænd; ənd][ruː'bɪdiəm] - ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm][eɪdʒ]

which	**is**	**excellent**	**for**	**both**	**potassium**	**-**	**argon**	**and**	**rubidium**	**-**	**strontium**	**age**
哪个	是	出色的	为了	两个都	钾	-	氩气	和	铷	-	锶	年龄

[dɪˌtɜːrmɪ'neɪʃ(ə)n] .

determination	**.**
决心	.

这对于钾氩法和铷锶法测定年龄都非常有效。

['sænɪdin] ['juːʒuəli; 'juːʒəli][ɪz] [faʊnd] [ɪn][vɑːl'kænɪk] [æʃ] [fɔːlz][ænd; ənd][hæz; həz] [bɪn] [ɪm'pɔːrt(ə)nt][ɪn]

Sanidine	**usually**	**is**	**found**	**in**	**volcanic**	**ash**	**falls**	**and**	**has**	**been**	**important**	**in**
透定	通常	是	成立	在	火山	灰	瀑布	和	有	到过	重要的	在

[ðə; ði] [ɪ'stæblɪʃmənt] [ʌv; əv][ðə; ði][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk] [taɪm] [skeɪl] ,

the	**establishment**	**of**	**the**	**geologic**	**time**	**scale**	**,**
这	建立	的	这	地质	时间	规模	,

透长石通常存在于火山灰降落物中，在建立地质年代尺度方面发挥了重要作用。

[æz; əz][wiː; wi][ʃæl; ʃəl] [siː] .

as	**we**	**shall**	**see**	**.**
作为	我们	将	看	.

我们将会看到的。

[hoʊl] ['rɑːks]

Whole	**Rocks**
所有的	岩石

整块石头

['faɪnəli] [ðer; ðər][ɪz] [stɪl] [ə'nʌðər] [wei] [ʌv; əv] [əb'teɪnɪŋ] [ə; eɪ][kloʊzd] ['sɪstəm] [baɪ]['ju:zɪŋ][ðə; ði] [hoʊl]
Finally **there** **is** **still** **another** **way** **of** **obtaining** **a** **closed** **system** **by** **using** **the** **whole**
最后 那里 是 仍然 其他 方式 的 获得 一个 关闭 系统 经过 使用 这 所有的
[rɑ:k] ,
rock **,**
岩石 ,

最后，还有另一种方法可以利用整块岩石来获得封闭系统。

[nɑ:t][dʒʌst][ə; eɪ]['krɪst(ə)l][ʌv; əv][ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]['mɪnərəl] [wɪ'ðɪn] [ˌaɪ 'ti:] .
not **just** **a** **crystal** **of** **a** **single** **mineral** **within** **it** **.**
不是 只是 一个 水晶 的 一个 单身的 矿物 之内 它 .

不仅仅是其中的单一矿物晶体。

[ə; eɪ][lɑ:rdʒ]['bɑ:di][ʌv; əv] ['grænɪt] [ɔ:r]['sɪmələr] [rɑ:k] [meɪ] [kən'teɪn] [ə; eɪ] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['mɪnɚəlz, 'mɪnrəlz] ,
A **large** **body** **of** **granite** **or** **similar** **rock** **may** **contain** **a** **number** **of** **minerals** **,**
一个 大的 身体 的 花岗岩 或者 相似的 岩石 可能 包含 一个 数字 的 矿物 ,

一大块花岗岩或类似岩石可能含有多种矿物，

[sʌm; səm][ɔ:r] [nʌn] [ʌv; əv] [wɪtʃ] [meɪ] [bi:; bi] [kloʊzd] ['sɪstəmz] .
some **or** **none** **of** **which** **may** **be** **closed** **systems** **.**
一些 或者没有任何 的 哪个 可能 是 关闭 系统 .

其中有些可能是封闭系统，也可能都不是。

[jet] [æz; əz] [lɔ:ŋ] [æz; əz] [ðɪs] ['bɑ:di][ʌv; əv] [rɑ:k] [rɪ'meɪnz] [ɪm'pɜ:rmiəb(ə)l][tu:; tə] [sə'lu:ʃənz] ([wɪtʃ] [ɪn]
Yet **as** **long** **as** **this** **body** **of** **rock** **remains** **impermeable** **to** **solutions** **(** **which** **in**
然而 作为 长的 作为 这 身体 的 岩石 遗迹 不透水的 到 解决方案 (哪个 在
['neɪtʃər] [mi:nz] ['moʊstli][tu:; tə]['wɔ:tər]) ,
nature **means** **mostly** **to** **water** **)** **,**
自然 方法 大多 到 水) ,

然而，只要这块岩体仍然不透水（在自然界中主要指不透水），

[noʊ] ['sʌbstəns] [wɪl] [bi:; bi]['eɪb(ə)l][tu:; tə] [mu:v] ['veri] [fɑ:r][ɪn][ˌaɪ 'ti:][bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z] [dɪ'fju:ʒn] [ɪn]['sɑ:lədz][ɪz]
no **substance** **will** **be** **able** **to** **move** **very** **far** **in** **it** **because** **diffusion** **in** **solids** **is**
不 物质 将要 是 有能力的 到 移动 非常 远的 在 它 因为 扩散 在 固体 是
[soʊ] [sloʊ] .
so **slow** **.**
所以 慢的 .

任何物质都无法在其中移动很远，因为固体中的扩散速度非常慢。

['kɑ:nsɪkwentli] [ˌaɪ 'ti:] [wɪl] [rɪ'meɪn] [ə; eɪ] [kloʊzd] ['sɪstəm] , [æz; əz][ə; eɪ] [hoʊl] ,
Consequently **it** **will** **remain** **a** **closed** **system** **,** **as** **a** **whole** **,**
最后 它 将要 保持 一个 关闭 系统 , 作为 一个 所有的 ,

因此，从整体上看，它将仍然是一个封闭系统。

[rɪ'gɑ:rdləs] [ʌv; əv] [wʌt] ['hæpənz] [tu:; tə][ðə; ði][ˌɪndɪ'vɪdʒuəl]['mɪnərəl] [greɪnz] .
regardless **of** **what** **happens** **to** **the** **individual** **mineral** **grains** **.**
不管 的 什么 发生 到 这 个人 矿物 谷物 .

无论单个矿物颗粒发生什么情况。

[ɪf] [wi:; wi] [teɪk] [ə; eɪ] [pi:s] [frʌm; frəm] [nɪr] [ðə; ði]['mɪd(ə)l][ʌv; əv] [ðɪs] ['bɑ:di][ʌv; əv] [rɑ:k] [ænd; ənd] [ɪf]
If **we** **take** **a** **piece** **from** **near** **the** **middle** **of** **this** **body** **of** **rock** **and** **if**
如果 我们 拿 一个 片 从 靠近 这 中间 的 这 身体 的 岩石 和 如果
[ðɪs] [pi:s] [ɪz] [mʌtʃ] ['lɑ:rdʒər][ðæn; ðən][ðə; ði]['lɑ:rdʒɪst] [kən'stɪtʃuənt] [greɪn] [ɪn][ˌaɪ 'ti:] ,
this **piece** **is** **much** **larger** **than** **the** **largest** **constituent** **grain** **in** **it** **,**
这 片 是 很多 更大的 比 这 最大 组分 粮食 在 它 ,

如果我们从这块岩体中部附近取一块岩石，并且这块岩石比构成它的最大颗粒大得多，

[ðen] [wi:; wi][hæv; həv][ə; eɪ] [fer] ['sæmp(ə)l][ʌv; əv][ə; eɪ] [kloʊzd] ['sɪstəm] — [ðə; ði] [hoʊl] [rɑ:k] .
then **we** **have** **a** **fair** **sample** **of** **a** **closed** **system** **—** **the** **whole** **rock** **.**
然后 我们 有 一个 公平的 样本 的 一个 关闭 系统 — 这 所有的 岩石 .

这样我们就得到了一个封闭系统的相当不错的样本——整块岩石。

[ðə; ði]['oʊnli] ['dɪfɪkəlti] [ɜ'aɪzɪz][frʌm; frəm][ðə; ði][fækt] [ðæt] [fju:] ['rɑ:ks][ɑ:r; ər] [sə'fɪʃntli] [ɪm'pɜ:rmiəb(ə)l]

The	only	difficulty	arises	from	the	fact	that	few	rocks	are	sufficiently	impermeable
这	仅有的	困难	出现	从	这	事实	那	很少	岩石	是	足够	不透水的

[tu:; tə] [sə'lu:ʃənz] [tu:; tə] [rɪ'teɪn] ['ɑ:rgɑ:n] ,

to	solutions	to	retain	argon	,
到	解决方案	到	保持	氩气	,

唯一的困难在于，很少有岩石能够完全不渗透溶液以保留氩气。

[ænd; ənd] ['meni] ['rɑ:ks] [kən'teɪn] [soʊ] [mʌtʃ] ['kɑ:mən] ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] [ðæt] [ru:'bɪdiəm] -

and	many	rocks	contain	so	much	common	strontium	that	rubidium	-
和	许多	岩石	包含	所以	很多	常见的	锶	那	铷	-

['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm] analysis40

strontium	analysis40
锶	analysis40

许多岩石含有大量的普通锶，因此需要进行铷锶分析[40]。

[ɪz][ɪm'præktɪk(ə)l] .

is	impractical	.
是	不切实际	.

不切实际。

[stɪl] , [wi:; wi][kæn; kən][ju:z][ðə; ði]['ræpɪd]['sɜ:rveɪ] ['meθədz] [æz; əz][fɔ:r; fər]['feldspɑ:r] ,

Still	,	we	can	use	the	rapid	survey	methods	as	for	feldspar	,
仍然	,	我们	能	使用	这	迅速的	民意调查	方法	作为	为了	长石	,

不过，我们仍然可以像测量长石那样使用快速测量方法。

[sə'lɛktɪŋ] [ðə; ði][fju:] ['rɑ:ks] [ðæt] [wʊd] [bi:; bi]['ju:sf(ə)l] .

selecting	the	few	rocks	that	would	be	useful	.
选择	这	很少	岩石	那	会	是	有用	.

挑选出几块有用的石头。

[ðɪs] [wɜ:rk][hæz; həz] [bɪn] [dʌn] ['fri:kwəntli] , [ænd; ənd][ðə; ði] [rɪ'zʌlts] [hæv; həv] [bɪn] ['fru:tf(ə)l][fɔ:r; fər]

This	work	has	been	done	frequently	,	and	the	results	have	been	fruitful	for
这	工作	有	到过	完毕	频繁地	,	和	这	结果	有	到过	卓有成效	为了

[ru:'bɪdiəm] - ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][ə'næləsɪs] .

rubidium	-	strontium	analysis	.
铷	-	锶	分析	.

这项工作经常进行，并且对铷锶分析取得了丰硕成果。

[ðə; ði] [hoʊl] - [rɑ:k] [ru:'bɪdiəm] - ['strɑ:ntiəm,'strɑ:nʃiəm][eɪdʒ] [deɪts] [ðə; ði][taɪm] [wen] [ðə; ði] [rɑ:k]

The	whole	-	rock	rubidium	-	strontium	age	dates	the	time	when	the	rock
这	所有的	-	岩石	铷	-	锶	年龄	日期	这	时间	什么时候	这	岩石

[bɪ'keɪm] [ɪm'pɜ:rmiəb(ə)l] .

became	impermeable	.
成为	不透水的	.

全岩铷锶年龄测定法可以确定岩石变得不透水的时间。

[sʌm; səm] ['ɪntrəstɪŋ] [rɪ'zʌlts]

SOME	INTERESTING	RESULTS
一些	有趣的	结果

一些有趣的结果

[ðə; ði][oʊld][mæn][frʌm; frəm]['oʊldə,vaɪ]

The	Old	Man	from	Olduvai
这	老的	男人	从	奥杜瓦伊河

来自奥杜瓦伊的老人

['fɑ:s(ə)l] [skʌl] [ʌv; əv][zin'dʒænθrəpəs] , ['nɪrli] [ˌtu:'tu:] , - , - ['jɪrz] [oʊld] ,

Fossil	skull	of	Zinjanthropus	,	nearly	2	,	000	,	000	years	old	,
化石	颅骨	的	辛贾人	,	几乎	2	,	-	,	-	年	老的	,

距今近200万年的津詹猿人化石头骨

[dɪ'skʌvərd] [ɪn] - [baɪ]['draɪv, 'dɑ:ktɝ] . [el] . [es] . [bi:] . ['li:ki] [ɪn]['oʊldə,vaɪ][gɔ:rdʒ] .

discovered	in	1959	by	Dr	.	L	.	S	.	B	.	Leakey	in	Olduvai	Gorge	.
发现	在	-	经过	博士	.	L	.	S	.	B	.	利基	在	奥杜瓦伊河	峡谷	.

1959 年，L.S.B. Leakey 博士在奥杜瓦伊峡谷发现了它。

['ækjərət] ['deɪtɪŋ] [ʌv; əv] [ðɪs] ['ɜ:rliɪst] ['hju:mən]['ænsestər][wʌz; wəz]['pɑ:səb(ə)l][baɪ]['ju:zɪŋ][ðə; ði]

Accurate	dating	of	this	earliest	human	ancestor	was	possible	by	using	the
准确的	约会	的	这	最早	人类	祖先	曾是	可能的	经过	使用	这

[pə'tæsiəm] - ['ɑ:rgɑ:n] ['meθəd] .

potassium	-	argon	method	.
钾	-	氩气	方法	.

利用钾氩法可以准确地测定这位最早人类祖先的年代。

[wʌn][ʌv; əv][ðə; ði][moʊst] [tɔ:kt] - [ə'baʊt][eɪdʒ] ['meʒərmənts] [ɪn]['ri:s(ə)nt] ['jɪrz] [wʌz; wəz][ðə; ði]

One	of	the	most	talked	-	about	age	measurements	in	recent	years	was	the
一	的	这	最多	谈话	-	关于	年龄	测量	在	最近的	年	曾是	这

[dɪ,tɜ:rmɪ'neɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ði] [,ʌnɪk'spektɪdli] [greɪt] [eɪdʒ][ʌv; əv]['fɑ:s(ə)l]['ænsestərz][ʌv; əv][mæn] ,

determination	of	the	unexpectedly	great	age	of	fossil	ancestors	of	man	,
决心	的	这	不料	伟大的	年龄	的	化石	祖先	的	男人	,

近年来最受关注的年龄测定之一是对人类化石祖先出乎意料的远古年龄的测定。

[faʊnd] [baɪ][ðə; ði] British41

found	by	the	British41
成立	经过	这	British41

由 British41 发现

[,ænθrə'pɑ:lədʒɪst] , ['draɪv, 'dɑ:ktɝ] . [el] . [es] . [bi:] . ['li:ki] , [ɪn]['oʊldə,vaɪ][gɔ:rdʒ][ɪn][,tænzə'niə] .

anthropologist	,	Dr	.	L	.	S	.	B	.	Leakey	,	in	Olduvai	Gorge	in	Tanzania	.
人类学家	,	博士	.	L	.	S	.	B	.	利基	,	在	奥杜瓦伊河	峡谷	在	坦桑尼亚	.

人类学家 LSB Leakey 博士在坦桑尼亚奥杜瓦伊峡谷。

[ðə; ði] ['meʒərmənts] [wɜ:r; wər] [meɪd] [baɪ] - [eɪtʃ] . ['kɜ:rtɪs][ænd; ənd][dʒæk][ef] . [ɛvɝndən] [æt; ət]

The	measurements	were	made	by	Garniss	H	.	Curtis	and	Jack	F	.	Evernden	at
这	测量	是	制成	经过	-	H	.	柯蒂斯	和	杰克	F	.	埃弗登	在

[ðə; ði][,ju:nɪ'vɜ:rsəti][ʌv; əv][,kælə'fɔ:rniə][ɪn] ['bɜ:rkli] [baɪ][ðə; ði] [pə'tæsiəm] - ['ɑ:rgɑ:n] ['meθəd] .

the	University	of	California	in	Berkeley	by	the	potassium	-	argon	method	.
这	大学	的	加利福尼亚州	在	伯克利	经过	这	钾	-	氩气	方法	.

这些测量是由加州大学伯克利分校的 Garniss H. Curtis 和 Jack F. Evernden 使用钾氩法进行的。

[ðə; ði][eɪdʒ] [keɪm] [aʊt][ə; eɪ]['lɪt(ə)l] [les] [ðæn; ðən][,tu:'tu:] ['mɪljən] ['jɪrz] ,

The	age	came	out	a	little	less	than	2	million	years	,
这	年龄	来了	出去	一个	小的	较少的	比	2	百万	年	,

计算出的年龄略低于200万年。

[ə'baʊt] [twaɪs] [æz; əz][oʊld][æz; əz][,aɪ 'ti:] “ [ʃʊd; ʃəd][bi:; bi] ” [ɪn][ðə; ði] [vju:] [ʌv; əv] ['meni] ['saɪəntɪsts] .

about	twice	as	old	as	it	“	should	be	”	in	the	view	of	many	scientists	.
关于	两次	作为	老的	作为	它	“	应该	是	”	在	这	看法	的	许多	科学家	.

在许多科学家看来，它的年龄大约是它“应该”年龄的两倍。

['hju:mən] [rɪ'meɪnz] [ʌv; əv] [sʌtʃ] [greɪt] [æn'tɪkwəti][hæd; həd]['nevər] [bɪn] [faʊnd] [bɪ'fɔ:r] ,

Human	remains	of	such	great	antiquity	had	never	been	found	before	,
人类	遗迹	的	这样的	伟大的	古代	有	绝不	到过	成立	前	,

此前从未发现过如此古老的人类遗骸。

[ænd; ənd] [mʌtʃ] [daʊt] [wʌz; wəz] [reɪzd] [ə'baʊt][ðə; ði][və'lɪdəti][ʌv; əv][ðə; ði] ['fɪgjərz] .

and	much	doubt	was	raised	about	the	validity	of	the	figures	.
和	很多	怀疑	曾是	提高	关于	这	有效性	的	这	数据	.

人们对这些数据的有效性提出了诸多质疑。

[taɪm] [pɪrɪədz] [æz; əz] [ʃɔːrt] [æz; əz] [tuː] ['mɪljən] ['jɪrz] [ɑːr; ər][nɑːt] ['iːzi] [tuː; tə] ['meʒər] [baɪ]
Time **periods** **as** **short** **as** **two** **million** **years** **are** **not** **easy** **to** **measure** **by**
时间 时期 作为 短的 作为 二 百万 年 是 不是 简单的 到 措施 经过
[pə'tæsiəm] - ['ɑːrgɑːn] .
potassium **-** **argon** **.**
钾 - 氩气 .

用钾氩法测量两百万年这样短的时间跨度并不容易。

[ðə; ði] [ə'maʊnt] [ʌv; əv]['ɑːrgɑːn] [prə'duːst] [ɪn] [ðæt] [taɪm] [ɪz] [ɪk'striːmli] [smɔːl] ,
The **amount** **of** **argon** **produced** **in** **that** **time** **is** **extremely** **small** **,**
这 数量 的 氩气 生产 在 那 时间 是 极其 小的 ,

那段时间内产生的氩气量极少。

[ænd; ənd][kən,tæmɪ'neɪʃ(ə)n][baɪ]['ɑːrgɑːn][frʌm; frəm][ðə; ði] [er] [ɪz][ə; eɪ] ['sɪriəs] ['prɑːbləm] .
and **contamination** **by** **argon** **from** **the** **air** **is** **a** **serious** **problem** **.**
和 污染 经过 氩气 从 这 空气 是 一个 严肃的 问题 .

空气中的氩气污染是一个严重的问题。

[stɪl] , [ðə; ði] ['meʒərmənts] [wɜːr; wər] [rɪ'piːtɪd] , [ðə; ði]['rɑːks][wɜːr; wər] ['stʌdid] [ə'gen] , [ænd; ənd]
Still **,** **the** **measurements** **were** **repeated** **,** **the** **rocks** **were** **studied** **again** **,** **and**
仍然 , 这 测量 是 重复 , 这 岩石 是 研究 再次 , 和
[ðə; ði] [rɪ'zʌlt] [dɪd][nɑːt] [tʃeɪndʒ] :
the **result** **did** **not** **change** **:**
这 结果 做过 不是 改变 :

然而，测量工作重复进行，岩石也再次被研究，结果却没有改变：

[ðə; ði] ['fɒslz] [wɜːr; wər] [stɪl] [ə'baʊt][ˌtuː'tuː] ['mɪljən] ['jɪrz] [oʊld] .
The **fossils** **were** **still** **about** **2** **million** **years** **old** **.**
这 化石 是 仍然 关于 2 百万 年 老的 .

这些化石距今约有200万年历史。

[ɪn]['keɪsɪz][laɪk] [ðɪs] ,
In **cases** **like** **this** **,**
在 案例 喜欢 这 ,

在这种情况下，

[wʌn] [traɪz] [tuː; tə][faɪnd][sʌm; səm] ['ʌðər] ['meθəd] [tuː; tə] [tʃek] [ðə; ði] [rɪ'zʌlts] [ɪn][æn; ən] [ˌɪndɪ'pendənt]
one **tries** **to** **find** **some** **other** **method** **to** **check** **the** **results** **in** **an** **independent**
一 尝试 到 寻找 一些 其他 方法 到 查看 这 结果 在 一个 独立的
[wei] .
way **.**
方式 .

人们试图寻找其他方法来独立地检验结果。

['æftər] ['meni] [ə'tempts] [ˌaɪ 'tiː][wʌz; wəz] [dɪ'skʌvərd] [ðæt] [ðə; ði] [seɪm] [rɑːk] ['streɪtə]['deɪtɪd][baɪ]
After **many** **attempts** **it** **was** **discovered** **that** **the** **same** **rock** **strata** **dated** **by**
后 许多 尝试 它 曾是 发现 那 这 相同的 岩石 地层 日期 经过
[pə'tæsiəm] - ['ɑːrgɑːn]['ɔːlsoʊ] [kən'teɪnd] [sʌm; səm] ['pʌmɪs] — [ə; eɪ] ['pɔːrəs] [vɑːl'kænɪk] [glæs] —
potassium **-** **argon** **also** **contained** **some** **pumice** **—** **a** **porous** **volcanic** **glass** **—**
钾 - 氩气 还 包含 一些 浮石 — 一个 多孔 火山 玻璃 —
[ænd; ənd] [ðæt] [ðɪs] [glæs] [wʌz; wəz]['suːtəb(ə)l][fɔːr; fər][juː'reɪniəm]['fɪʒ(ə)n] - [træk] ['deɪtɪŋ] .
and **that** **this** **glass** **was** **suitable** **for** **uranium** **fission** **-** **track** **dating** **.**
和 那 这 玻璃 曾是 合适的 为了 铀 裂变 - 追踪 约会 .

经过多次尝试，人们发现用钾氩法测定年代的同一岩层中也含有一些浮石（一种多孔火山玻璃），而这种玻璃适合用铀裂变径迹法测定年代。

[ðə; ði] ['meʒərmənts] [wɜːr; wər] [meɪd] [ɪn][ðə; ði]['dʒen(ə)rəl] [ɪ'lektrɪk] ['riːsɜːrtʃ] ['læbrətɔːri] .
The **measurements** **were** **made** **in** **the** **General** **Electric** **Research** **Laboratory** **.**
这 测量 是 制成 在 这 一般的 电的 研究 实验室 .

这些测量是在通用电气研究实验室进行的。

[wʌt] [wʌz; wəz][ðə; ði] [rɪ'zʌlt] ?
What **was** **the** **result** **?**
什么 曾是 这 结果 ?

结果如何?

[dʒʌst][ə'baʊt][ˌtuː'tuː] ['mɪljən] ['jɪrz] !
Just **about** **2** **million** **years** **!**
只是 关于 2 百万 年 !

大约200万年!

[wen] [sʌtʃ] [ˌɔːltə'geðər] ['dɪfrənt] [tek'niːks] [gɪv] [ðə; ði] [seɪm] ['nʌmbər] ,
When **such** **altogether** **different** **techniques** **give** **the** **same** **number** **,**
什么时候 这样的 共 不同的 技术 给 这 相同的 数字 ,

当两种完全不同的方法得出相同的结果时,

[wʌn][kæn; kən][hæv; həv][sʌm; səm] ['kɑːnfɪdəns] [ðæt] [ðə; ði] ['nʌmbər] [ɪz][ɪg'zækt] .
one **can** **have** **some** **confidence** **that** **the** **number** **is** **exact** **.**
一 能 有 一些 信心 那 这 数字 是 精确的 .

可以相当肯定这个数字是准确的。

[ˌaɪ 'tiː] [wʊd] [biː; bi] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə][ɪ'mædʒɪn][ə; eɪ] [dɪ'stɜːrbəns] [ɪn] ['neɪtʃər] [ðæt] [wʊd] [kɔːz] [ðiːz]
It **would** **be** **difficult** **to** **imagine** **a** **disturbance** **in** **nature** **that** **would** **cause** **these**
它 会 是 难的 到 想象 一个 干扰 在 自然 那 会 原因 这些
[ˌʌnrɪ'leɪtɪd] ['meθədz] [tuː; tə] [gɪv] [ðə; ði] [seɪm] [rɔːŋ] ['nʌmbər] — [ɪn][bəuθ]['keɪsɪz][baɪ][ə; eɪ]['fæktər]
unrelated **methods** **to** **give** **the** **same** **wrong** **number** **—** **in** **both** **cases** **by** **a** **factor**
无关 方法 到 给 这 相同的 错误的 数字 — 在 两个都 案例 经过 一个 因素
[ʌv; əv] [tuː] .
of **two** **.**
的 二 .

很难想象自然界中存在某种干扰,会导致这些不相关的方法得出相同的错误数字——而且两种情况下都相差两倍。

[ðə; ði]['dʌb(ə)l] [tʃek] ['sɪmpli] [miːnz] [ðə; ði]['oʊldəˌvaɪ][mæn][ɪz][ˌtuː'tuː] ['mɪljən] ['jɪrz] [oʊld] .
The **double** **check** **simply** **means** **the** **Olduvai** **man** **is** **2** **million** **years** **old** **.**
这 双倍的 查看 简单地 方法 这 奥杜瓦伊河 男人 是 2 百万 年 老的 .

双重核查结果表明,奥杜威人距今已有200万年历史。

[ðer; ðər][ɪz][nɑːt] [mʌtʃ] [daʊt] [ə'baʊt][ˌaɪ 'tiː] .
There **is** **not** **much** **doubt** **about** **it** **.**
那里 是 不是 很多 怀疑 关于 它 .

这一点几乎毋庸置疑。

[ðə; ði][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk] [taɪm] [skeɪl]
The **Geologic** **Time** **Scale**
这 地质 时间 规模

地质年代尺度

[mʌtʃ] [ʌv; əv][hɪ'stɔːrɪk(ə)l][dʒi'ɑːlədʒi][ɪz] [beɪst] [ɑːn][ə; eɪ] [rɪ'leɪʃ(ə)nʃɪp] [kɔːld] [ðə; ði] [lɔː] [ʌv; əv]
Much **of** **historical** **geology** **is** **based** **on** **a** **relationship** **called** **the** **LAW** **OF**
很多 的 历史 地质学 是 基于 在 一个 关系 称为 这 法律 的
[ˌsuːpərpə'zɪʃn] .
SUPERPOSITION **.**
叠加 .

历史地质学很大程度上基于一种叫做叠置定律的关系。

[ðɪs] ['sɪmpli] [miːnz] [ðæt] [wen] [sʌm; səm] [rɑːk] [fɔːr'meɪʃ(ə)n][wʌz; wəz] [pleɪst] [ɑːn][tɑːp][ʌv; əv][sʌm; səm]
This **simply** **means** **that** **when** **some** **rock** **formation** **was** **placed** **on** **top** **of** **some**
这 简单地 方法 那 什么时候 一些 岩石 形成 曾是 放置 在 顶部 的 一些
['ʌðər] [fɔːr'meɪʃ(ə)n][baɪ]['nætʃ(ə)rəl] ['prɑːsesɪz] ([ˌsedɪmen'teɪʃn] [ɔːr][vɑːl'kænɪk] [ɪ'rʌpʃ(ə)n] ,
other **formation** **by** **natural** **processes** **(** **sedimentation** **or** **volcanic** **eruption** **,**
其他 形成 经过 自然的 流程 (沉降 或者 火山 火山爆发 ,

这仅仅意味着,当某些岩层通过自然过程(沉积作用或火山喷发)覆盖在另一些岩层之上时,

[fɔːr; fər][ɪg'zæmp(ə)l]) , [ðə; ði]['leɪər][ɑːn][tɑːp][mʌst; məst][biː; bi] ['jʌŋgər] [ðæn; ðən][ðə; ði][wʌn][ɑːn][ðə; ði]
for **example** **)** **,** **the** **layer** **on** **top** **must** **be** **younger** **than** **the** **one** **on** **the**
为了 例子) , 这 层 在 顶部 必须 是 年轻 比 这 一 在 这
['bɑːtəm] .
bottom **.**
底部 .

例如)，上层必须比下层年轻。

[sʌtʃ] [ə; eɪ][kən'kluːʒ(ə)n][meɪ] [naʊ] [siːm] ['ɑːbviəs] ,
Such **a** **conclusion** **may** **now** **seem** **obvious** **,**
这样的 一个 结论 可能 现在 似乎 明显的 ,

这样的结论现在看来或许显而易见。

[bʌt; bət][ðə; ði]['kɑːnsept][wʌz; wəz][nɑːt]['iːv(ə)n] [ɪk'sprest] [ʌn'tɪl][ðə; ði]['veri] [end][ʌv; əv][ðə; ði] [ˌeɪ'tiːnθ]
but **the** **concept** **was** **not** **even** **expressed** **until** **the** **very** **end** **of** **the** **eighteenth**
但 这 概念 曾是 不是 甚至 表达 直到 这 非常 结尾 的 这 第十八
['sentʃəri] [ænd; ənd][wʌz; wəz] [stɪl] a42
century **and** **was** **still** **a42**
世纪 和 曾是 仍然 a42

但直到十八世纪末，这一概念才被正式提出，并且当时仍处于42年左右。

['mætər] [ʌv; əv][ˌsaɪən'tɪfɪk]['kɑːntrəvɜːrsi] [wen] ['eɪbrəhæm] ['lɪŋkən] [wʌz; wəz][ə; eɪ] [bɔɪ] .
matter **of** **scientific** **controversy** **when** **Abraham** **Lincoln** **was** **a** **boy** **.**
事情 的 科学 争议 什么时候 亚伯拉罕 林肯 曾是 一个 男生 .

这是亚伯拉罕·林肯小时候就存在科学争议的问题。

[ˌaɪ 'tiː][wʌz; wəz][ðə; ði] [lɔː] [ʌv; əv] [ˌsuːpərpə'zɪʃn] , [haʊ'evər] ,
It **was** **the** **law** **of** **superposition** **,** **however** **,**
它 曾是 这 法律 的 叠加 , 然而 ,

然而，这是叠加定律。

[ðæt] [led][ðə; ði] ['ɜːrli] [dʒɪ'ɔlədʒɪsts][tuː; tə] [ɪ'stæblɪʃ] [ðə; ði][fɜːrst][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk][taɪm] [skeɪlz] [ænd; ənd]
that **led** **the** **early** **geologists** **to** **establish** **the** **first** **geologic** **time** **scales** **and**
那 引领 这 早期的 地质学家 到 建立 这 第一的 地质 时间 秤 和
[tuː; tə]['riːəlaɪz][ðə; ði] [ɪ'nɔːrməs] [ɪk'stent][ʌv; əv][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk][taɪm] .
to **realize** **the** **enormous** **extent** **of** **geologic** **time** **.**
到 意识到 这 巨大的 程度 的 地质 时间 .

这促使早期地质学家建立了第一个地质时间尺度，并认识到地质时间的巨大跨度。

['daɪəgræm] ['iləstreitɪŋ] [ðə; ði] [lɔː] [ʌv; əv] [ˌsuːpərpə'zɪʃn] .
Diagram **illustrating** **the** **law** **of** **superposition** **.**
图表 图示 这 法律 的 叠加 .

图示叠加定律。

[iːtʃ] [rɑːk] [bed][ɪz] ['jʌŋgər] [ðæn; ðən][ðə; ði]['streɪtə]['ʌndər][ˌaɪ 'tiː] .
Each **rock** **bed** **is** **younger** **than** **the** **strata** **under** **it** **.**
每个 岩石 床 是 年轻 比 这 地层 在下面 它 .

每个岩层都比其下方的地层年轻。

[ɪn] ['es(ə)ns] [ðə; ði] ['sɪstəm] [ʌv; əv][ɪ'stæblɪʃɪŋ; ə'stæblɪʃɪŋ][eɪdʒ][baɪ] [ðɪs] ['kɑːnsept][ɪz] [ðɪs] :
In **essence** **the** **system** **of** **establishing** **age** **by** **this** **concept** **is** **this** **:**
在 本质 这 系统 的 建立 年龄 经过 这 概念 是 这 :

本质上，根据这一概念确定年龄的体系如下：

['sʌmwer] [ə; eɪ][lɑːrdʒ][ænd; ənd] ['iːzəli] ['rekəgnaɪzd] ['leɪər] [ʌv; əv] [ˌsedɪ'mentri] [rɑːk] [wʌz; wəz] [noʊn]
Somewhere **a** **large** **and** **easily** **recognized** **layer** **of** **sedimentary** **rock** **was** **known**
某处 一个 大的 和 容易地 认可 层 的 沉积 岩石 曾是 已知
.
:
.

在某处，人们发现了一层面积很大、很容易辨认的沉积岩层。

[ˌaɪ 'tiː][hæd; həd][ə; eɪ] [ˌkerˌək.tə'rɪs.tɪk] ['kʌlər] , ['tekstʃər] , [groʊs][ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] , [ænd; ənd][ˌoʊvər'ɔːl]

It	had	a	characteristic	color	,	texture	,	gross	composition	,	and	overall
它	有	一个	特征	颜色	,	质地	,	总的	作品	,	和	全面的

[ə'pɪrəns] .

appearance	.
外貌	.

它具有独特的颜色、质地、大致成分和整体外观。

[let] [juː 'es][kɔːl][ˌaɪ 'tiː][bed][em] .

Let	us	call	it	bed	M	.
让	我们	称呼	它	床	M	.

我们姑且称它为M床。

[ðɪs] [bed][kʊd; kəd][biː; bi] [treɪst] [ə'krɔːs] [ðə; ði] ['kʌntrisaɪd] [ʌn'tɪl][ə; eɪ] [pleɪs] [wʌz; wəz] [riːtʃt] [wer]

This	bed	could	be	traced	across	the	countryside	until	a	place	was	reached	where
这	床	可以	是	追踪	穿过	这	农村	直到	一个	地方	曾是	达到	在哪里

[ˌaɪ 'tiː][kʊd; kəd][biː; bi] [siːn] [ðæt] [bed][em] ['restɪd] [ɑːn] [ə'nʌðər] ,

it	could	be	seen	that	bed	M	rested	on	another	,
它	可以	是	已见	那	床	M	休息	在	其他	,

这张床的踪迹可以沿着乡村一路追踪，直到到达一个地方，在那里可以看到 M 号床架在另一张床上。

['dɪfrənt] ['leɪər] [ʌv; əv] [rɑːk] ,

different	layer	of	rock	,
不同的	层	的	岩石	,

不同岩层

[wɪtʃ] [wiː; wi] [maɪt] [kɔːl][bed][el] . [bed][el][kʊd; kəd]['ɔːlsoʊ][biː; bi] [treɪst] [sʌm; səm] ['dɪstəns] [ænd; ənd]

which	we	might	call	bed	L	.	Bed	L	could	also	be	traced	some	distance	and
哪个	我们	可能	称呼	床	L	.	床	L	可以	还	是	追踪	一些	距离	和

['ʌltɪmətli] [kʊd; kəd][biː; bi] [əb'zɜːrvd] ['restɪŋ] [ɑːn][ə; eɪ] [stɪl] ['dɪfrənt] ['streɪtəm; 'strætəm] ,

ultimately	could	be	observed	resting	on	a	still	different	stratum	,
最终	可以	是	观察到	休息	在	一个	仍然	不同的	地层	,

我们可以将其称为L层。L层还可以追踪一段距离，最终可以观察到它位于一个完全不同的地层之上。

[wɪtʃ] [wiː; wi][ʃæl; ʃəl][kɔːl][bed][keɪ] .

which	we	shall	call	bed	K	.
哪个	我们	将	称呼	床	K	.

我们将它称为 K 床。

[sʌm; səm][ʌv; əv] [ðiːz] [bedz][hæd; həd] ['fɒslz] [ɪn][ðem; ðəm] ,

Some	of	these	beds	had	fossils	in	them	,
一些	的	这些	床	有	化石	在	他们	,

有些地层中含有化石。

[ænd; ənd][ˌaɪ 'tiː][wʌz; wəz] [ɪ'ventʃuəli] ['riːəlaɪzd] [ðæt] ['rɑːks][wɪð; wɪθ][ðə; ði] [seɪm] [kaɪndz][ʌv; əv] ['fɒslz]

and	it	was	eventually	realized	that	rocks	with	the	same	kinds	of	fossils
和	它	曾是	最终	已实现	那	岩石	和	这	相同的	种类	的	化石

[ɑːr; ər][ʌv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ] ,

are	of	the	same	age	,
是	的	这	相同的	年龄	,

最终人们意识到，含有相同种类化石的岩石具有相同的年龄。

['iːv(ə)n] [ðoʊ] [ðeɪ] [meɪ] ['dɪfər] [ɪn] ['ʌðər] [rɪ'spɛkts, riː'spɛkts, rə'spɛks, riː'spɛks] — [ɪn]['kʌlər][ɔːr]

even	though	they	may	differ	in	other	respects	—	in	color	or
甚至	尽管	他们	可能	不同	在	其他	尊重	—	在	颜色	或者

[ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] , [fɔːr; fər] ['ɪnstəns] .

composition	,	for	instance	.
作品	,	为了	实例	.

即使它们在其他方面可能有所不同——例如颜色或成分。

[ɪf] [bed][em][wʌz; wəz] ['fɑːloʊd] [ɪn] [ə'nʌðər] [də'rekʃn; daɪ'rekʃn] ,

If	bed	M	was	followed	in	another	direction	,
如果	床	M	曾是	随后	在	其他	方向	,

如果沿着床 M 往另一个方向走，

[pər'hæps][ə; eɪ] [pɔɪnt] [wʌz; wəz] [riːtʃt] [wer] [ˌaɪ 'tiː] ['dɪpt] [daʊn] [ə; eɪ]['lɪt(ə)l] , [ænd; ənd] [hɪr] ,

perhaps	a	point	was	reached	where	it	dipped	down	a	little	,	and	here	,
也许	一个	观点	曾是	达到	在哪里	它	浸入	向下	一个	小的	,	和	这里	,

或许到了某个阶段，它略微下降了一些，然后，

[wʌz; wəz] [faʊnd] [stɪl] [ə'nʌðər] ['leɪər] — [kɔːl][ˌaɪ 'tiː][bed][en] — [ɑːn][tɑːp][ʌv; əv][em] . ['ɑːbviəsli] ,

was	found	still	another	layer	—	call	it	bed	N	—	on	top	of	M	.	Obviously	,
曾是	成立	仍然	其他	层	—	称呼	它	床	N	—	在	顶部	的	M	.	明显地	,

在M层之上又发现了一层——称之为N层。显然，

[ðə; ði] ['siːkwəns] [ʌv; əv][bedz][frʌm; frəm]['oʊldɪst][tuː; tə] ['jʌŋ^ist] [wʌz; wəz][keɪ] - [el] - [em] - [en] .

the	sequence	of	beds	from	oldest	to	youngest	was	K	-	L	-	M	-	N	.
这	顺序	的	床	从	最老	到	最小的	曾是	K	-	L	-	M	-	N	.

从最老到最新的地层顺序是 KLMN。

[ðer; ðər] ['relətɪv] ['eɪdʒɪz][wɜːr; wər] [naʊ] [ɪ'stæblɪʃt] .

Their	relative	ages	were	now	established	.
他们的	相对的	年龄	是	现在	已确立的	.

他们的相对年龄现在已经确定了。

['oʊvər][ðə; ði] ['jɪrz] , ['hʌndrədz] [ʌv; əv][dʒɪ'ɔlədʒɪsts] [dɪ'skraɪbd] ['veriəs] [rɑːk] ['leər] [ænd; ənd]

Over	the	years	,	hundreds	of	geologists	described	various	rock	layers	and
超过	这	年	,	数百	的	地质学家	描述	各种各样的	岩石	层	和

[aɪ'dentɪfaɪd][ðə; ði] ['fɒslz] [ɪn][ðem; ðəm] .

identified	the	fossils	in	them	.
已识别	这	化石	在	他们	.

多年来，数百名地质学家描述了各种岩层，并鉴定了其中的化石。

[baɪ][ðə; ði]['mɪd(ə)l][ʌv; əv][ðə; ði] [ˌnaɪn'tiːnθ] ['sentʃəri] ,

By	the	middle	of	the	nineteenth	century	,
经过	这	中间	的	这	第十九	世纪	,

到十九世纪中叶，

[ðɪs] “ ['leɪər] - [keɪk] ” ['strʌktʃər] [ʌv; əv] [ˌsedɪ'mentri] ['rɑːks] [wʌz; wəz] [wel] - [noʊn] [ɪn] ['westərn] ['jʊrəp] .

this	“	layer	-	cake	”	structure	of	sedimentary	rocks	was	well	-	known	in	western	Europe	.
这	“	层	-	蛋糕	”	结构	的	沉积	岩石	曾是	出色地	-	已知	在	西	欧洲	.

这种沉积岩的“千层饼”结构在西欧是众所周知的。

([wʌn] [meɪ] [seɪ] , [ˌpærən'θetɪkli] , [ðæt] [ə'merɪkə] [wʌz; wəz][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪkli][ə; eɪ][væst] [ˌʌn'noʊn] [æt; ət] [ðæt] [taɪm] .

(	One	may	say	,	parenthetically	,	that	America	was	geologically	a	vast	unknown	at	that	time	.
(	一	可能	说	,	（括号内）	,	那	美国	曾是	地质学	一个	广阔的	未知	在	那	时间	.

（顺便提一句，当时的美国在地质学上还是一片未知之地。）

[tə'deɪ] [wiː; wi] [noʊ] [mʌtʃ] [mɔːr] [ə'baʊt][ðə; ði][dʒi'ɑːlədʒi][ʌv; əv][æn'tɑːrktɪkə][ðæn; ðən] ['eniwʌn] [ə; eɪ] ['hʌndrəd] ['jɪrz] [ə'goʊ] [nuː] [ə'baʊt][ðə; ði][dʒi'ɑːlədʒi][ʌv; əv][ðə; ði][juː'naɪtɪd] [steɪts] .) -

Today	we	know	much	more	about	the	geology	of	Antarctica	than	anyone	a	hundred	years	ago	knew	about	the	geology	of	the	United	States	.	)	43
今天	我们	知道	很多	更多的	关于	这	地质学	的	南极洲	比	任何人	一个	百	年	前	知道	关于	这	地质学	的	这	团结的	各州	.	)	-

今天我们对南极洲地质的了解远比一百年前人们对美国地质的了解要多得多。）43

[ə; eɪ] ['sɪstəm] [ʌv; əv][nə'menklətʃər,'noʊmənkleɪtʃər][fɔ:r; fər][ðə; ði] “ ['leɪər] - [keɪk] ” [wʌz; wəz] [dɪ'veləpt]

A	**system**	**of**	**nomenclature**	**for**	**the**	**“**	**layer**	**-**	**cake**	**”**	**was**	**developed**
一个	系统	的	命名法	为了	这	“	层	-	蛋糕	”	曾是	发达

[ænd; ənd] [rɪ'faɪnd] .

and	**refined**	**.**
和	精制	.

人们开发并完善了“千层蛋糕”的命名系统。

['grædʒuəli] [ðɪs] [nə'menklətʃər,'noʊmənkleɪtʃər][wʌz; wəz] [ək'septɪd] [,ɪntər'næʃnəli] .

Gradually	**this**	**nomenclature**	**was**	**accepted**	**internationally**	**.**
逐步地	这	命名法	曾是	公认	国际上	.

这种命名方式逐渐被国际接受。

[lɔ:ŋ] - [reɪndʒ] [,kɔ:rə'leɪʃənz] [bɪ'twi:n] [bedz][ʌv; əv][ðə; ði] [seɪm] [eɪdʒ] , ['dɪstənt] [,hæf'weɪ] [ə'raʊnd][ðə; ði]

Long	**-**	**range**	**correlations**	**between**	**beds**	**of**	**the**	**same**	**age**	**,**	**distant**	**halfway**	**around**	**the**
长的	-	范围	相关性	之间	床	的	这	相同的	年龄	,	遥远	半	大约	这

[gloʊb][frʌm; frəm] [i:tʃ] ['ʌðər] ,

globe	**from**	**each**	**other**	**,**
地球	从	每个	其他	,

相距半个地球、年龄相同的地层之间存在长距离相关性

[wɜ:r; wər] [meɪd] ['pɑ:səb(ə)l][æz; əz][ðə; ði] ['saɪəns] [ʌv; əv] [,peɪliɑ:n'tɑ:lədʒi] [dɪ'veləpt] .

were	**made**	**possible**	**as**	**the**	**science**	**of**	**PALEONTOLOGY**	**developed**	**.**
是	制成	可能的	作为	这	科学	的	古生物学	发达	.

随着古生物学的发展，这一切才成为可能。

[ðə; ði] ['relətɪv] [eɪdʒ][ʌv; əv]['ɔ:lmoʊst]['eni] [rɑ:k] [kən'teɪnɪŋ] ['i:v(ə)n]['pʊrli,'pɔ:rli] [prɪ'zɜ:rv] ['fɒslz]

The	**relative**	**age**	**of**	**almost**	**any**	**rock**	**containing**	**even**	**poorly**	**preserved**	**fossils**
这	相对的	年龄	的	几乎	任何	岩石	包含	甚至	差	保存完好	化石

[kʊd; kəd][bi:; bi] [dɪ'tɜ:rmɪnd] ['eniwer] [ɪn][ðə; ði][wɜ:rld][wɪð; wɪθ][prɪ'sɪʒ(ə)n] .

could	**be**	**determined**	**anywhere**	**in**	**the**	**world**	**with**	**precision**	**.**
可以	是	决定	任何地方	在	这	世界	和	精确	.

即使化石保存状况不佳，世界上几乎任何含有化石的岩石的相对年龄都可以精确测定。

[ðæt] [ɪz] , [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv] [rɑ:k] ['leər] [ɪn] [rɪ'leɪʃn] [tu:; tə][wʌn] [ə'nʌðər] [wʌz; wəz] [noʊn] .

That	**is**	**,**	**the**	**age**	**of**	**rock**	**layers**	**in**	**relation**	**to**	**one**	**another**	**was**	**known**	**.**
那	是	,	这	年龄	的	岩石	层	在	关系	到	一	其他	曾是	已知	.

也就是说，人们知道了岩层之间的相对年龄。

[bʌt; bət][ðə; ði]['ri:əl][eɪdʒ] — [ðə; ði] ['æbsəlu:t] [eɪdʒ] — [rɪ'meɪnd] [,ʌn'noʊn] [ʌn'tɪl] ['nɑ:lɪdʒ] [ʌv; əv]

But	**the**	**real**	**age**	**—**	**the**	**absolute**	**age**	**—**	**remained**	**unknown**	**until**	**knowledge**	**of**
但	这	真实的	年龄	—	这	绝对	年龄	—	剩余	未知	直到	知识	的

[,reɪdioʊæk'tɪvəti][prə'vaɪdɪd][ðə; ði] ['nesəseri] [klɑ:ks] .

radioactivity	**provided**	**the**	**necessary**	**clocks**	**.**
放射性	假如	这	必要的	时钟	.

但是，直到人们对放射性有了了解，才有了必要的计时器，真正的年龄——绝对年龄——才为人所知。

[ə; eɪ][dʒi'ɑ:lədʒɪst] ['kerfəli] [mæps][ðə; ði] ['leər] [ʌv; əv][sɔɪl][ɪn] [wɪtʃ] ['eɪnʃənt] [flɪnt] [tu:lz] [hæv; həv]

A	**geologist**	**carefully**	**maps**	**the**	**layers**	**of**	**soil**	**in**	**which**	**ancient**	**flint**	**tools**	**have**
一个	地质学家	小心	地图	这	层	的	土壤	在	哪个	古老的	燧石	工具	有

[bɪn] [faʊnd] .

been	**found**	**.**
到过	成立	.

地质学家仔细绘制了发现古代燧石工具的土壤层图。

[ɪg'zækt][ˌkɔːrə'leɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ði] [tuːl] - ['berɪŋ] ['streɪtə][wɪð; wɪθ] [mə'tɪrɪəl] ['deɪtəbl] [baɪ]['kɑːrbən] - -

Exact	**correlation**	**of**	**the**	**tool**	**-**	**bearing**	**strata**	**with**	**material**	**datable**	**by**	**carbon**	**-**	**14**
精确的	相关性	的	这	工具	-	轴承	地层	和	材料	可确定日期	经过	碳	-	-

[ə'næləsɪs][mʌst; məst][biː; bi] [ə'kɑːmplɪʃt] [bɪ'fɔːr] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [tuːlz] [kæn; kən][biː; bi]

analysis	**must**	**be**	**accomplished**	**before**	**the**	**age**	**of**	**the**	**tools**	**can**	**be**
分析	必须	是	完成	前	这	年龄	的	这	工具	能	是

[dɪ'tɜːrmɪnd] .

determined	**.**
决定	.

在确定工具的年代之前，必须先将含工具地层与可通过碳-14分析确定年代的材料进行精确对比。

['iːv(ə)n] [ðɪs] ['prɑːses] ['wɔznt] [ɪn'taɪərli] [wɪ'ðaʊt] ['prɔːbləms] .

Even	**this**	**process**	**wasn't**	**entirely**	**without**	**problems**	**.**
甚至	这	过程	不是	完全	没有	问题	.

即使这个过程也并非完全没有问题。

[ðə; ði] ['dɪfɪkəlti] [leɪ] [ɪn][ðə; ði][fækt] [ðæt] ['ɔːrd(ə)neri] [ˌsedɪ'mentri] ['rɑːks] ([ʃeɪl] , ['sændstoʊn] ,

The	**difficulty**	**lay**	**in**	**the**	**fact**	**that**	**ordinary**	**sedimentary**	**rocks**	**(**	**shale**	**,**	**sandstone**	**,**
这	困难	躺	在	这	事实	那	普通的	沉积	岩石	(	页岩	,	砂岩	,

困难之处在于，普通的沉积岩（页岩、砂岩、

[ænd; ənd] ['laɪmstoʊn]) ['kænɑːt][biː; bi]['deɪtɪd][baɪ][ðə; ði]['juːʒuəl]['nuːkliər] ['meθədz] [bɪ'kəz, bɪ'kɔːz] [ðeɪ]

and	**limestone**	**)**	**cannot**	**be**	**dated**	**by**	**the**	**usual**	**nuclear**	**methods**	**because**	**they**
和	石灰石	)	不能	是	日期	经过	这	通常	核	方法	因为	他们

['prez(ə)nt][noʊ]['suːtəb(ə)l][kloʊzd] ['sɪstəmz] .

present	**no**	**suitable**	**closed**	**systems**	**.**
展示	不	合适的	关闭	系统	.

（例如石灰岩）不能用通常的核方法进行年代测定，因为它们没有合适的封闭系统。

['oʊnli][sʌm; səm][vɑːl'kænɪk]['sedɪmənts][kæn; kən] be44

Only	**some**	**volcanic**	**sediments**	**can**	**be44**
仅有的	一些	火山	沉积物	能	be44

只有部分火山沉积物可以44

[rɪ'laɪəbli]['deɪtɪd][baɪ][ðə; ði]['maɪkə] , ['feldspɑːr] , [ænd; ənd]['zɜːrˌkɑːn] [ðeɪ] [kən'teɪn] ; [bʌt; bət] [ðiːz]

reliably	**dated**	**by**	**the**	**mica**	**,**	**feldspar**	**,**	**and**	**zircon**	**they**	**contain**	**;**	**but**	**these**
可靠	日期	经过	这	云母	,	长石	,	和	锆石	他们	包含	;	但	这些

['eɪnʃənt] ['æʃˌfɔːl] [ɑːr; ər] [rer] ,

ancient	**ashfalls**	**are**	**rare**	**,**
古老的	火山灰降落	是	稀有的	,

通过其中所含的云母、长石和锆石可以可靠地确定其年代；但这些古代火山灰非常罕见。

['juːʒuəli; 'juːʒəli][ɑːr; ər]['oʊnli][ə; eɪ][fjuː] [ɪntʃɪz] [θɪk] ,

usually	**are**	**only**	**a**	**few**	**inches**	**thick**	**,**
通常	是	仅有的	一个	很少	英寸	厚的	,

通常只有几英寸厚，

[ænd; ənd][ɑːr; ər][nɑːt] ['iːzi] [tuː; tə][aɪ'dentɪfaɪ][æt; ət][ðə; ði] ['sɜːrfɪs] [bɪ'kəz, bɪ'kɔːz] [ðeɪ] ['weðər] ['kwɪkli]

and	**are**	**not**	**easy**	**to**	**identify**	**at**	**the**	**surface**	**because**	**they**	**weather**	**quickly**
和	是	不是	简单的	到	确认	在	这	表面	因为	他们	天气	迅速地

[tuː; tə] [kleɪ] .

to	**clay**	**.**
到	黏土	.

而且由于它们风化迅速，变成粘土，因此在地表上不容易辨认。

['oʊnli] [ə'baʊt] [ə; eɪ]['dʌz(ə)n][vɑːl'kænɪk][bedz] [hæv; həv] [bɪn] ['ækjərətli] ['deɪtɪd][ɪn] [nɔːrθ] [ə'merɪkə] .

Only	**about**	**a**	**dozen**	**volcanic**	**beds**	**have**	**been**	**accurately**	**dated**	**in**	**North**	**America**	**.**
仅有的	关于	一个	打	火山	床	有	到过	准确	日期	在	北	美国	.

北美只有大约十几个火山岩层被精确测定了年代。

[ðə; ði] [taɪm] [pɔɪnts] [ðeɪ] [ɪ'stæblɪʃt] [ɑːr; ər] ['meɪnˌsteɪz] [ʌv; əv] [ðə; ði] ['prez(ə)nt] [ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk] [taɪm] [skeɪl]

The	time	points	they	established	are	mainstays	of	the	present	geologic	time	scale
这	时间	积分	他们	已确立的	是	主食	的	这	展示	地质	时间	规模

,

,

,

他们确定的时间点是现代地质年代尺度的基石。

[bʌt; bət] [ðeɪ] [hæv; həv] [hæd; həd] [tuː; tə] [biː; bi] ['sʌplɪmentɪd] [baɪ] [ˌɪndə'rekt] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n] .

but	they	have	had	to	be	supplemented	by	indirect	information	.
但	他们	有	有	到	是	补充	经过	间接	信息	.

但还需要用间接信息来补充这些信息。

['stiːpli] ['dɪpɪŋ] ['sændstoʊn] ['streɪtə] [frʌm; frəm] [ðə; ði] [krɪ'teɪʃəs] ['pɪriəd] [nɪr] ['gæləp] , [nuː]

Steeply	dipping	sandstone	strata	from	the	Cretaceous	Period	near	Gallup	,	New
陡峭地	浸渍	砂岩	地层	从	这	白垩纪	时期	靠近	盖洛普	,	新的

['meksɪkoʊ] .

Mexico	.
墨西哥	.

新墨西哥州盖洛普附近白垩纪时期的陡倾砂岩地层。

[ðɪs] ['foʊtoʊ] , ['teɪkən] [ɪn] - ([noʊt] [ðə; ði] [hɔːrs] - [drɔːn] ['wægən]) ,

This	photo	,	taken	in	1901	(	note	the	horse	-	drawn	wagon	)	,
这	照片	,	已采取	在	-	(	笔记	这	马	-	绘制	车皮	)	,

这张照片拍摄于1901年（请注意照片中的马车），

[wʌz; wəz] [meɪd] [ɑːn] [æn; ən] ['ɜːrli] ['gʌvərnmənt] ['sɜːrveɪ] [ʌv; əv] ['westərn] [lændz] .

was	made	on	an	early	government	survey	of	Western	lands	.
曾是	制成	在	一个	早期的	政府	民意调查	的	西	土地	.

这是根据政府早期对西部土地的勘测而制作的。

['fɒslz] [ʌv; əv] [bɜːrd] [træks] [ɪn] ['sændstoʊn] [ɪn] [deθ] ['væli] , [ˌkælə'fɔːrniə] . -

Fossils	of	bird	tracks	in	sandstone	in	Death	Valley	,	California	.	45
化石	的	鸟	轨道	在	砂岩	在	死亡	谷	,	加利福尼亚州	.	-

加利福尼亚州死亡谷砂岩中的鸟类足迹化石。45

[ðə; ði] [moʊst] [ɪm'pɔːrt(ə)nt] [ʌv; əv] [ðiːz] [ˌɪndə'rekt] [taɪm] [pɔɪnts] [ɑːr; ər] ['fɜːrnɪʃt] [baɪ] [wʌt] [dʒɪ'ɔlədʒɪsts]

The	most	important	of	these	indirect	time	points	are	furnished	by	what	geologists
这	最多	重要的	的	这些	间接	时间	积分	是	提供	经过	什么	地质学家

[kɔːl] ['brækɪtɪd] [ɪntruːsɪvz] .

call	BRACKETED	INTRUSIVES	.
称呼	括号	侵入性	.

这些间接时间点中最重要的是由地质学家所说的"括号状侵入岩"提供的。

[ˌaɪ 'tiː] ['ɔːf(ə)n] ['hæpənz] [ɪn] [ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk] ['hɪstri; 'hɪstəri] [ðæt] [ə; eɪ] [mæs] [ʌv; əv] [rɑːk] [bɪ'kʌmz] ['moʊltən]

It	often	happens	in	geologic	history	that	a	mass	of	rock	becomes	molten
它	经常	发生	在	地质	历史	那	一个	大量的	的	岩石	变成	熔融的

[æt; ət] [ə; eɪ] [greɪt] [depθ] [ænd; ənd] ['fɔːrsɪz] [ɪts] [weɪ] [ʌp] [θruː] ['sevrəl] ['leər] [ʌv; əv] [ˌsedɪ'mentri]

at	a	great	depth	and	forces	its	way	up	through	several	layers	of	sedimentary
在	一个	伟大的	深度	和	力量	它是	方式	向上	通过	一些	层	的	沉积

['rɑːks] .

rocks	.
岩石	.

在地质历史上，经常会发生这样的情况：一大块岩石在深处熔化，并强行穿过几层沉积岩向上涌出。

[ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] ['leər] [ɑːr; ər] ['juːʒuəli; 'juːʒəli] [bent] [ænd; ənd] ['twɪstɪd] (['foʊldɪd]) [baɪ] [ðə; ði]

The	sedimentary	layers	are	usually	bent	and	twisted	(	folded	)	by	the
这	沉积	层	是	通常	弯曲	和	扭曲	(	折叠	)	经过	这

['ʌpθrʌst] ,

upthrust	,
上升	,

沉积层通常会因逆冲作用而弯曲和扭曲（褶皱）。

[ænd; ənd] [wer] [ðə; ði] ['ku:lər] [rɑ:k] [kʌmz] [ɪn]['kɑ:ntækt][wɪð; wɪθ][ðə; ði]['moʊltən] [mæs] , ['ku:lər]

and	where	the	cooler	rock	comes	in	contact	with	the	molten	mass	,	cooler
和	在哪里	这	冷却器	岩石	来	在	接触	和	这	熔融的	大量的	,	冷却器

[mə'tɪriəl] [ɪz] [bə:nd] ([rek'rɪstəlaɪzd]) .

material	is	burned	(	recrystallized	)	.
材料	是	烧伤	(	重结晶	)	.

当较冷的岩石与熔融物接触时，较冷的物质会被烧焦（重结晶）。

[dʒɪ'ɔlədʒɪsts][kɔ:l] [ðæt] ['prɑ:ses] ['kɑ:ntækt] [ˌmetə'mɔ:rˌfɪzəm] [bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z][ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] [rɑ:k]

Geologists	call	that	process	CONTACT	METAMORPHISM	because	the	sedimentary	rock
地质学家	称呼	那	过程	接触	变质	因为	这	沉积	岩石

[fɔ:rmz][ɑ:r; ər] [tʃeɪndʒd] ,

forms	are	changed	,
表格	是	已更改	,

地质学家将这一过程称为接触变质作用，因为沉积岩的形态发生了改变。

[ɔ:r] [ˌmetə'mɔ:ˌfəʊzd] , [tu:; tə][hæv; həv] [ə'nʌðər] [fɔ:rm][ɔ:r][ˌkɑ:mpə'zɪʃ(ə)n] .

or	metamorphosed	,	to	have	another	form	or	composition	.
或者	变态	,	到	有	其他	形式	或者	作品	.

或者发生变质，具有另一种形式或组成。

['kɑ:ntækt] - [ˌmetə'mɔ:ˌfəʊzd] ['rɑ:ks] , [ɪn] [spaɪt] [ʌv; əv][ðə; ði]['dæmɪdʒ] [ðeɪ] [hæv; həv] ['sʌfərd] , [meɪ]

Contact	-	metamorphosed	rocks	,	in	spite	of	the	damage	they	have	suffered	,	may
接触	-	变态	岩石	,	在	尽管如此	的	这	损害	他们	有	遭受	,	可能

[kən'teɪn] ['rekəgnaɪzəbl] [ænd; ənd] ['ækjərətli] ['deɪtəbl] ['fɒslz] .

contain	recognizable	and	accurately	datable	fossils	.
包含	可识别的	和	准确	可确定日期	化石	.

接触变质岩虽然遭受了破坏，但可能含有可辨认且可准确测定年代的化石。

[ˌðer'baɪ] [ðə; ði] [ˌmetə'mɔ:rfɪk] [rɑ:k] [ɪ'stæblɪʃɪz] [ə; eɪ] ['loʊər] ['lɪmɪt][fɔ:r; fər][ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði]

Thereby	the	metamorphic	rock	establishes	a	lower	limit	for	the	age	of	the
从而	这	变质作用	岩石	建立	一个	降低	限制	为了	这	年龄	的	这

[ɪn'tru:ʒ(ə)n] :

intrusion	:
入侵	:

由此，变质岩确定了侵入体年龄的下限：

[ˌaɪ 'ti:][mʌst; məst][bi:; bi] ['jʌŋgər] [ðæn; ðən][ðə; ði] ['fɒslz] [ɪn][ðə; ði] ['jʌŋ^ist] [ʌv; əv][ðə; ði] [ˌmetə'mɔ:rfɪk]

It	must	be	younger	than	the	fossils	in	the	youngest	of	the	metamorphic
它	必须	是	年轻	比	这	化石	在	这	最小的	的	这	变质作用

['rɑ:ks] [ˌaɪ 'ti:] [tʌtʃt] .

rocks	it	touched	.
岩石	它	感动	.

它必定比它所接触的最年轻的变质岩中的化石还要年轻。

[naʊ] [ɑ:n][tɑ:p][ʌv; əv][ðə; ði] [ɪn'tru:sɪv] [rɑ:k] , [wi:; wi] [meɪ] [faɪnd] [ə'nʌðər] [ˌsedɪ'mentri] [rɑ:k] ,

Now	on	top	of	the	intrusive	rock	,	we	may	find	another	sedimentary	rock	,
现在	在	顶部	的	这	侵入性的	岩石	,	我们	可能	寻找	其他	沉积	岩石	,

现在，在这片侵入岩之上，我们可能会发现另一层沉积岩。

[dɪ'pɑ:zɪtɪd] [ɑ:n][tɑ:p][ʌv; əv][ðə; ði] [ɪn'tru:sɪv] ['æftər][ˌaɪ 'ti:] [ku:ld] [ænd; ənd][wʌz; wəz][ɪk'spoʊzd][baɪ][ðə; ði]

deposited	on	top	of	the	intrusive	after	it	cooled	and	was	exposed	by	the
已存	在	顶部	的	这	侵入性的	后	它	冷却	和	曾是	裸露	经过	这

[ɪ'roʊʒ(ə)n][ʌv; əv][ˌoʊvər'laɪɪŋ] [mə'tɪriəlz] ,

erosion	of	overlying	materials	,
侵蚀	的	覆盖	材料	,

沉积物是在侵入体冷却后，由于上覆物质的侵蚀而暴露出来之后沉积在其顶部的。

[pər'hæps] ['mɪljənz] [ʌv; əv] ['jɪrz] ['leɪtər] .

perhaps	millions	of	years	later	.
也许	百万	的	年	之后	.

或许数百万年后。

[ðɪs] [nuː] ['sedəmənt] [meɪ] ['ɔːlsoʊ] [kən'teɪn] ['fɒslz] [ænd; ənd] [ðʌs] ['fɜːrnɪʃ] [æn; ən] ['ʌpər] ['lɪmɪt] [fɔːr; fər]

This	new	sediment	may	also	contain	fossils	and	thus	furnish	an	upper	limit	for
这	新的	沉淀	可能	还	包含	化石	和	因此	提供	一个	上	限制	为了

[ðə; ði] [eɪdʒ] [ʌv; əv] [ðə; ði] [ɪn'truːʒ(ə)n] .

the	age	of	the	intrusion	.
这	年龄	的	这	入侵	.

这种新沉积物也可能含有化石，因此可以为侵入体的年龄提供上限。

[ðə; ði] ['meʒərd] [eɪdʒ] [ʌv; əv] [ðə; ði] [ɪn'truːsɪv] [rɑːk] [ðʌs] [kæn; kən] [biː; bi] [juːst] [tuː; tə] [set] ['ʌpər]

The	measured	age	of	the	intrusive	rock	thus	can	be	used	to	set	upper
这	测量	年龄	的	这	侵入性的	岩石	因此	能	是	用过的	到	放	上

[ænd; ənd] ['loʊər] ['limits][ɑːn][ðə; ði] ['æbsəluːt] ['eɪdʒɪz] [ʌv; əv] [ðə; ði] [tuː] ['sedɪmənts] .

and	lower	limits	on	the	absolute	ages	of	the	two	sediments	.
和	降低	限制	在	这	绝对	年龄	的	这	二	沉积物	.

因此，通过测量侵入岩的年龄，可以确定两种沉积物绝对年龄的上限和下限。

[ɪf] [wiː; wi] [ɑːr; ər] ['lʌki] , [ðə; ði] [tuː] ['sedɪmənts] [wɪl] ['brækɪt] [ə; eɪ] ['relətɪvli] [ʃɔːrt] ['ɪntərv(ə)l] ,

If	we	are	lucky	,	the	two	sediments	will	bracket	a	relatively	short	interval	,
如果	我们	是	幸运的	,	这	二	沉积物	将要	括号	一个	相对地	短的	间隔	,

如果运气好的话，这两层沉积物之间的时间间隔会相对较短。

['meɪkɪŋ] ['aʊər; ɑːr] ['meʒərmənt] [kwaɪt] [prɪ'saɪs] .

making	our	measurement	quite	precise	.
制作	我们的	测量	相当	精确的	.

这使得我们的测量结果非常精确。

[aɪ'diːəlaɪzd] [sketʃ] [ʌv; əv] [ə; eɪ] ['brækɪtɪd] [ɪn'truːsɪv] .

Idealized	sketch	of	a	bracketed	intrusive	.
理想化的	草图	的	一个	括号	侵入性的	.

带括号的侵入物的理想化草图。

[ðə; ði] ['ɪgniəs] (['moʊltən]) [rɑːk] [mʌst; məst] [biː; bi] ['jʌŋgər] [ðæn; ðən] [ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] [rɑːk] ([ə; eɪ]

The	igneous	(	molten	)	rock	must	be	younger	than	the	sedimentary	rock	(	A
这	火成岩	(	熔融的	)	岩石	必须	是	年轻	比	这	沉积	岩石	(	一个

) [ˌaɪ 'tiː] [in'truːdz] ,

)	it	intrudes	,
)	它	入侵	,

侵入的火成岩（熔融岩）必定比它所侵入的沉积岩（A）年轻，

[ænd; ənd] ['oʊldər] [ðæn; ðən] [ðə; ði] [rɑːk] ([biː]) [ðæt] [ˌəʊvə'laɪz] [ˌaɪ 'tiː] .

and	older	than	the	rock	(	B	)	that	overlies	it	.
和	老	比	这	岩石	(	B	)	那	上层	它	.

并且比覆盖在其上的岩石（B）更古老。

[ðə; ði] ['relətɪv] [eɪdʒ] [ʌv; əv] [ðə; ði] [ˌsedɪ'mentri] [bedz] [ɪz] [noʊn] [frʌm; frəm] [ðer; ðər] ['fɒslz] . -

The	relative	age	of	the	sedimentary	beds	is	known	from	their	fossils	.	46
这	相对的	年龄	的	这	沉积	床	是	已知	从	他们的	化石	.	-

沉积层的相对年龄可以通过其化石来确定。46

[fæk'sɪməli] ['riːprɪnt; ˌriː'prɪnt] [ʌv; əv] [ðə; ði] ['feɪməs] [taɪm] [skeɪl] [prə'poʊzd] [baɪ] ['ɑːrθər] [hoʊlmz] [ɪn] - .

Facsimile	reprint	of	the	famous	time	scale	proposed	by	Arthur	Holmes	in	1959	.
传真	重印	的	这	著名的	时间	规模	建议的	经过	亚瑟	福尔摩斯	在	-	.

这是亚瑟·霍姆斯于 1959 年提出的著名时间尺度的影印版。

[taɪm] - [skeɪl] [ɪn] ['mɪljənz] [ʌv; əv] ['jɪrz]

Time	-	scale	in	millions	of	years
时间	-	规模	在	百万	的	年

时间尺度以百万年为单位

[pɪrɪədz] [sɪns] [bɪ'gɪnɪŋ] [ʌv; əv] ['pɪriəd] [du'reɪʃn] [ʌv; əv] ['pɪriəd]

PERIODS	Since	beginning	of	period	Duration	of	period
时期	自从	开始	的	时期	期间	的	时期

期间 自期间开始 期间持续时间

['plaistəusi:n] ['sɜ:rkə][wʌn]
PLEISTOCENE **ca** **1**
更新世 ca 1

更新世约1世纪

. . . . ['sɜ:rkə][wʌn] . . . .
. . . . **ca** **1** . . . .
. . . . ca 1 . . . .

大约1.....

['plaiəsi:n] - . . . . - . . . .
PLIOCENE **10** . . . . **11** . . . .
上新世 - . . . . - . . . .

上新世 10.... 11....

['maɪəˌsi:n] - . . . . - . . . .
MIOCENE **14** . . . . **25** . . . .
中新世 - . . . . - . . . .

中新世 14.... 25....

['ɑ:lɪgoʊˌsi:n] - . . . . - . . . .
OLIGOCENE **15** . . . . **40** . . . .
渐新世 - . . . . - . . . .

渐新世 15.... 40 ....

['i:oʊˌsi:n; 'i:əˌsi:n] - . . . . - . . . .
EOCENE **20** . . . . **60** . . . .
始新世 - . . . . - . . . .

始新世 20.... 60....

['peɪliəˌsin] - . . . . - ± [ˌtu:'tu:] . . . .
PALEOCENE **10** . . . . **70** **±** **2** . . . .
古新世 - . . . . - ± 2 . . . .

古新世 10.... 70 ± 2 ....

['ʌpər] }
Upper **}**
上 }

上部 }

[krɪ'teɪʃəs] -
CRETACEOUS **65**
白垩纪 -

白垩纪 65

['loʊər] } . . . . - ± [faɪv] . . . .
Lower **}** . . . . **135** **±** **5** . . . .
降低 } . . . . - ± 5 . . . .

下限 }.... 135 ± 5 ....

['ʌpər] }
Upper **}**
上 }

上部 }

[dʒʊ'ræsɪk] -
JURASSIC **45**
侏罗纪 -

侏罗纪 45

[mɪd] . & ['loʊər] } . . . . 180± [faɪv] . . . .
Mid **.** **&** **Lower** **}** . . . . **180±** **5** . . . .
中 . & 降低 } . . . . 180± 5 . . . .

中下部 }.... 180± 5 ....

[traɪ'æsɪk] - . . . . - ± [faɪv] . . . .
TRIASSIC 45 . . . . 225 ± 5 . . . .
三叠纪 - . . . . - ± 5 . . . .

三叠纪 45.... 225 ± 5 ....

['pɜːrmiən] - . . . . - ± [faɪv] . . . .
PERMIAN 45 . . . . 270 ± 5 . . . .
二叠纪 - . . . . - ± 5 . . . .

二叠纪 45.... 270 ± 5 ....

['ʌpər] }
Upper }
上 }

上部 }

[ˌkɑːrbə'nɪfərəs] -
CARBONIFEROUS 80
石炭纪 -

石炭纪 80

['loʊər] } . . . . - ± - . . . .
Lower } . . . . 350 ± 10 . . . .
降低 } . . . . - ± - . . . .

下限 }.... 350 ± 10 ....

['ʌpər] }
Upper }
上 }

上部 }

[dɪ'voʊnɪən] -
DEVONIAN 50
泥盆纪 -

泥盆纪 50

['loʊər] } . . . . - ± - . . . .
Lower } . . . . 400 ± 10 . . . .
降低 } . . . . - ± - . . . .

下限 }.... 400 ± 10 ....

[saɪ'lʊriən] - . . . . - ± - . . . .
SILURIAN 40 . . . . 440 ± 10 . . . .
志留纪 - . . . . - ± - . . . .

志留纪 40.... 440 ± 10 ....

[ˌɔːrdə'vɪʃən] - . . . . - ± - . . . .
ORDOVICIAN 60 . . . . 500 ± 15 . . . .
奥陶纪 - . . . . - ± - . . . .

奥陶纪 60.... 500 ± 15 ....

['kæmbriən] - . . . . - ± - . . . . -
CAMBRIAN 100 . . . . 600 ± 20 47
寒武纪 - . . . . - ± - . . . . -

寒武纪 100.... 600 ± 20 47

['juːzɪŋ] ['meʒərmənts] [meɪd] [ɪn] ['meni] [lə'bɔrətəriz] , [ænd; ənd][ˌin'təːpəˌleitiŋ] [bɪ'twiːn] [ðem; ðəm]
Using measurements made in many laboratories , and interpolating between them
使用 测量 制成 在 许多 实验室 , 和 插值 之间 他们
[baɪ]['juːzɪŋ][ðə; ði] ['relətɪv] ['θɪknəs] [ʌv; əv]['sedɪmənts] ,
by using the relative thicknesses of sediments ,
经过 使用 这 相对的 厚度 的 沉积物 ,

利用多个实验室的测量数据，并根据沉积物的相对厚度进行插值，

[ðə; ði] [greɪt] ['brɪtɪʃ] [dʒi'ɑ:lədʒɪst] , ['ɑ:rθər] [hoʊlmz] , [ɪ'stæblɪʃt] [ðə; ði] [taɪm] [skeɪl] [ðæt] [ɪz][ɪn]

the	great	British	geologist	,	Arthur	Holmes	,	established	the	time	scale	that	is	in
这	伟大的	英国	地质学家	,	亚瑟	福尔摩斯	,	已确立的	这	时间	规模	那	是	在

['dʒen(ə)rəl][ju:z] [tə'deɪ] .

general	use	today	.
一般的	使用	今天	.

英国伟大的地质学家亚瑟·霍姆斯建立了今天普遍使用的时间尺度。

[hɪz; ɪz][ə'rɪdʒən(ə)l] [skeɪl] [ɪz] [ʃoʊn] [ɑ:n][ðə; ði] [prɪ'si:dɪŋ] [peɪdʒ] .

His	original	scale	is	shown	on	the	preceding	page	.
他的	原来的	规模	是	所示	在	这	前	页	.

他的原始音阶显示在前一页。

[smɔ:l] ['tʃeɪndʒɪz][kæn; kən][bi:; bi] [ɪk'spektɪd] [tu:; tə][bi:; bi] [meɪd] [ɪn] [ðɪs] [skeɪl] [frʌm; frəm][taɪm][tu:; tə]

Small	changes	can	be	expected	to	be	made	in	this	scale	from	time	to
小的	变化	能	是	预期的	到	是	制成	在	这	规模	从	时间	到

[taɪm] ,

time	,
时间	,

在这个范围内，不时可能会进行一些小的调整。

[bʌt; bət]['meɪdʒər][ˌɔ:ltə'reiʃəns][ɑ:r; ər][nɑ:t] ['laɪkli] ,

but	major	alterations	are	not	likely	,
但	主要的	变化	是	不是	可能	,

但不太可能发生重大改变。

[ɪk'sept] [pər'hæps][ɪn][ðə; ði] ['kæmbriən] ['epək] [wer] [ðə; ði]['prez(ə)nt]['deɪtə][ɑ:r; ər][ˌʌnrɪ'laɪəb(ə)l]

except	perhaps	in	the	Cambrian	Epoch	where	the	present	data	are	unreliable
除了	也许	在	这	寒武纪	时代	在哪里	这	展示	数据	是	不可靠的

[bɪ'kəz, bɪ'kɔ:z] [ðeɪ] [ɑ:r; ər][nɑ:t] [kəm'pli:t] .

because	they	are	not	complete	.
因为	他们	是	不是	完全的	.

或许只有寒武纪时期的数据不可靠，因为这些数据并不完整。

([ə; eɪ] [skeɪl] ['ʃoʊɪŋ] [ðə; ði]['ɛpəks, 'i:pəks][ɔ:r] [pɪrɪədz] [æz; əz]['ɔ:f(ə)n]['gɪv(ə)n] [naʊ] [ɪz][ɑ:n][peɪdʒ][fɔ:r] .)

(	A	scale	showing	the	epochs	or	periods	as	often	given	now	is	on	page	4	.	)
(	一个	规模	显示	这	纪元	或者	时期	作为	经常	给定	现在	是	在	页	4	.	)

（第 4 页上有一个显示现今常用时代或时期划分的图表。）

[pri:'kæmbriən] [strə'tɪgrəfi]

Precambrian	Stratigraphy
前寒武纪	地层学

前寒武纪地层学

[soʊ][fɑ:r][wi:; wi][hæv; həv] [tɔ:kt] ['oʊnli][ə'baʊt] ['rɑ:ks] [ðæt] [ɑ:r; ər][ʌv; əv][ðə; ði]['kæmbriən] ['epək] [ɔ:r]

So	far	we	have	talked	only	about	rocks	that	are	of	the	Cambrian	Epoch	or
所以	远的	我们	有	谈话	仅有的	关于	岩石	那	是	的	这	寒武纪	时代	或者

['jʌŋgər] — ['rɑ:ks] [ðæt] [meɪ] [kən'teɪn] ['fɒslz] .

younger	—	rocks	that	may	contain	fossils	.
年轻	—	岩石	那	可能	包含	化石	.

到目前为止，我们只讨论了寒武纪或更晚时期的岩石——可能含有化石的岩石。

[jet] [ðer; ðər][ɑ:r; ər][væst] ['eriəz] ([moʊst][ʌv; əv]['kænədə] ,

Yet	there	are	vast	areas	(	most	of	Canada	,
然而	那里	是	广阔的	区域	(	最多	的	加拿大	,

然而，还有大片地区（加拿大大部分地区），

[fɔːr; fər][ɪg'zæmp(ə)l]) [ðæt] [ɑːr; ər] ['kʌvərd] [wɪð; wɪθ] ['rɑːks] ['oʊldər] [ðæn; ðən] [ðə; ði] ['kæmbriən]

for	example	)	that	are	covered	with	rocks	older	than	the	Cambrian
为了	例子	)	那	是	涵盖	和	岩石	老	比	这	寒武纪

[fɔːr'meɪʃ(ə)n] .

formation	.
形成	.

例如）被比寒武纪地层更古老的岩石覆盖。

[sʌm; səm][priː'kæmbriən] ['fɒslz] [hæv; həv] [bɪn] [faʊnd] ,

Some	Precambrian	fossils	have	been	found	,
一些	前寒武纪	化石	有	到过	成立	,

已经发现了一些前寒武纪化石，

[bʌt; bət] [ðeɪ] [ɑːr; ər][soʊ] [rer] [ðæt] [ðeɪ] [ɑːr; ər] ['juːsləs] [fɔːr; fər] ['deɪtɪŋ] [ðə; ði]['streɪtə] [kən'teɪnɪŋ]

but	they	are	so	rare	that	they	are	useless	for	dating	the	strata	containing
但	他们	是	所以	稀有的	那	他们	是	无用	为了	约会	这	地层	包含

[ðem; ðəm] .

them	.
他们	.

但它们非常罕见，因此对测定含有它们的地层的年代毫无用处。

[lɔːŋ] - [reɪndʒ][ˌkɔːrə'leɪʃ(ə)n][ʌv; əv][priː'kæmbriən] ['rɑːks] [mʌst; məst][rɪ'laɪ][ɑːn] ['nuːkliər] ['meʒərmənts] .

Long	-	range	correlation	of	Precambrian	rocks	must	rely	on	nuclear	measurements	.
长的	-	范围	相关性	的	前寒武纪	岩石	必须	依靠	在	核	测量	.

前寒武纪岩石的长距离对比必须依靠核测量。

['ðerfɔːr] [ˌaɪ 'tiː][hæz; həz] [bɪn] ['oʊnli][ɪn][ðə; ði][læst]['dʌz(ə)n][ɔːr][soʊ] ['jɪrz] [ðæt] [sʌm; səm]['ɔːrdər]

Therefore	it	has	been	only	in	the	last	dozen	or	so	years	that	some	order
所以	它	有	到过	仅有的	在	这	最后的	打	或者	所以	年	那	一些	命令

[kʊd; kəd][biː; bi] [ɪ'stæblɪʃt] [fɔːr; fər][ðə; ði][priː'kæmbriən] [rɑːk] ['siːkwənsiz] .

could	be	established	for	the	Precambrian	rock	sequences	.
可以	是	已确立的	为了	这	前寒武纪	岩石	序列	.

因此，直到最近十几年，人们才得以对前寒武纪岩层序列进行一些排序。

[ðə; ði] [ɪ'læbərət] [priː'kæmbriən] ([ə'reɪndʒmənts] [ʌv; əv]['streɪtə][ɪn] ['siːkwəns])

The	elaborate	Precambrian	stratigraphies	(	arrangements	of	strata	in	sequence	)
这	精心制作的	前寒武纪	地层学	(	安排	的	地层	在	顺序	)

[prə'poʊzd] [ɪn][ðə; ði][pæst] ,

proposed	in	the	past	,
建议的	在	这	过去的	,

过去提出的复杂的寒武纪前地层学（地层按顺序排列）

[moʊst][ʌv; əv][ðem; ðəm] [beɪst] [ɑːn][ˌsuːpər'fɪʃ(ə)l][ˌsɪmə'lærətɪz][ʌv; əv][ðə; ði] ['rɑːks] [ɪn][wʌn] [pleɪs] [tuː; tə]

most	of	them	based	on	superficial	similarities	of	the	rocks	in	one	place	to
最多	的	他们	基于	在	浅	相似之处	的	这	岩石	在	一	地方	到

[ðoʊz] [ɪn] [ə'nʌðər] [pleɪs] ,

those	in	another	place	,
那些	在	其他	地方	,

其中大多数是基于不同地点岩石的表面相似性而得出的结论。

©叶兴阳双语音标有声读物.本网站点所有英文书籍内容均来自公共领域资源。

经叶兴阳老师独家注音、翻译与重新排版，享有完整版权。未经授权禁止转载或商用。

核钟修订版(Nuclear Clocks Revised)
第3/3页

[naʊ] [hæv; həv] [bɪn] ['dræstɪkli] ['ɔːltərd] [ænd; ənd][ɪn][sʌm; səm]['keɪsɪz] [kəm'pliːtli] [ˌoʊvər'tɜːrnd][baɪ]
now **have** **been** **drastically** **altered** **and** **in** **some** **cases** **completely** **overturned** **by**
现在 有 到过 急剧地 已修改 和 在 一些 案例 完全地 翻覆 经过
['nuːkliər] ['meʒərmənts] .
nuclear **measurements** **.**
核 测量 .

现在，核测量结果已经发生了巨大的改变，在某些情况下甚至完全推翻了之前的结论。

[wiː; wi][ɑːr; ər] [stɪl] [fɑːr][frʌm; frəm] [ˌʌndər'stændɪŋ] [ðə; ði] ['siːkwəns] [ʌv; əv][ɔːl][ðə; ði] [ɪ'vents] [ɪn] [ðæt]
We **are** **still** **far** **from** **understanding** **the** **sequence** **of** **all** **the** **events** **in** **that**
我们 是 仍然 远的 从 理解 这 顺序 的 全部 这 活动 在 那
[væst][spæn][ʌv; əv] [taɪm] [wiː; wi][kɔːl][ðə; ði][priː'kæmbriən] .
vast **span** **of** **time** **we** **call** **the** **Precambrian** **.**
广阔的 跨度 的 时间 我们 称呼 这 前寒武纪 .

我们距离了解前寒武纪那漫长历史时期中所有事件的顺序还很遥远。

['meni] ['θaʊzəndz, 'θaʊzənz][ʌv; əv]['nuːkliər] [eɪdʒ] [diˌteːmi'neiʃənz] [wɪl] [hæv; həv][tuː; tə][biː; bi] [meɪd] [tuː; tə]
Many **thousands** **of** **nuclear** **age** **determinations** **will** **have** **to** **be** **made** **to**
许多 数千 的 核 年龄 决定 将要 有 到 是 制成 到
['laɪtn] [ðə; ði][dɑːrk]['kɔːrnərz][ʌv; əv]['aʊər; ɑːr] ['ɪgnərəns] .
lighten **the** **dark** **corners** **of** **our** **ignorance** **.**
减轻 这 黑暗的 角落 的 我们的 无知 .

要揭开我们无知的黑暗角落，就必须进行成千上万次的核年龄鉴定。

['foʊldɪd]['streɪtə][ʌv; əv][priː'kæmbriən] ['rɑːks] , [ɪn'kluːdɪŋ] ['laɪmstoʊn] [ænd; ənd] [ʃeɪlz] , [ɪn] ['gleɪʃər]
Folded **strata** **of** **Precambrian** **rocks** **,** **including** **limestones** **and** **shales** **,** **in** **Glacier**
折叠 地层 的 前寒武纪 岩石 , 包括 石灰石 和 页岩 , 在 冰川
['næʃ(ə)nəl][pɑːrk] , [mɑːn'tænə] . -
National **Park** **,** **Montana** **.** **48**
国家的 公园 , 蒙大拿 . -

蒙大拿州冰川国家公园的前寒武纪岩层褶皱，包括石灰岩和页岩。48

[ænd; ənd] [wer] [duː][wiː; wi][goʊ][frʌm; frəm] [hɪr] ?
AND **WHERE** **DO** **WE** **GO** **FROM** **HERE** **?**
和 在哪里 做 我们 去 从 这里 ?

接下来我们该何去何从?

[pər'hæps][wiː; wi][mʌst; məst][fɜːrst]['riːəlaɪz] [ðæt] [wiː; wi] ['riːəli] ['hævnt] [kʌm] ['veri] [fɑːr] [jet] .
Perhaps **we** **must** **first** **realize** **that** **we** **really** **haven't** **come** **very** **far** **yet** **.**
也许 我们 必须 第一的 意识到 那 我们 真的 还没有 来 非常 远的 然而 .

或许我们首先应该意识到，我们其实还没有走得很远。

['græntɪd] [ðæt] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv] ['rɑːks] [ɪn] ['meni] [pɑːrts][ʌv; əv][ðə; ði][wɜːrld][ɪz] [naʊ] ['sʌd(ə)nli] [noʊn]
Granted **that** **the** **age** **of** **rocks** **in** **many** **parts** **of** **the** **world** **is** **now** **suddenly** **known**
的确 那 这 年龄 的 岩石 在 许多 部分 的 这 世界 是 现在 突然 已知
— [ænd; ənd] [ðæt] [ðɪs] [wʌz; wəz][ə; eɪ]['toʊt(ə)l] ['mɪstəri] [sʌm; səm]['dʌz(ə)n] ['jɪrz] [ə'goʊ] .
— **and** **that** **this** **was** **a** **total** **mystery** **some** **dozen** **years** **ago** **.**
— 和 那 这 曾是 一个 全部的 神秘 一些 打 年 前 .

诚然，世界许多地方岩石的年龄现在突然为人所知——而这在十几年前还是一个完全的谜。

['græntɪd] [ðæt] [ɪ'nɔːrməs] [straɪdz] ['fɔːrwərd][hæv; həv] [bɪn] [meɪd] .
Granted **that** **enormous** **strides** **forward** **have** **been** **made** **.**
的确 那 巨大的 步幅 向前 有 到过 制成 .

诚然，已经取得了巨大的进步。

[its] ['oʊnli][ə; eɪ] [bɪ'gɪnɪŋ] .
It's only a beginning .
它是 仅有的 一个 开始 .

这仅仅是个开始。

[væst] ['eriəz] [ʌv; əv][ðə; ði][wɜ:rld][ɑ:r; ər] [stɪl] [ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪkli] [ˌʌnɪk'splɔ:rd] .
Vast areas of the world are still geologically unexplored .
广阔的 区域 的 这 世界 是 仍然 地质学 未探索的 .

世界上还有大片地区的地质情况尚未被探索。

[ðə; ði][ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk][taɪm] [skeɪl] [ɪz] [stɪl] ['frægmənteri] [ænd; ənd] [kru:d] .
The geologic time scale is still fragmentary and crude .
这 地质 时间 规模 是 仍然 片段 和 原油 .

地质年代尺度仍然零散且粗略。

['θaʊzəndz, 'θaʊzənz][ʌv; əv][ɪm'pɔ:rt(ə)nt][ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk] ['kwestʃənz] [rɪ'meɪn] [tu:; tə][bi:; bi] [dɪ'faɪnd] , [ɪks'plɔ:d]
Thousands of important geologic questions remain to be defined , explored
数千 的 重要的 地质 问题 保持 到 是 定义 , 探索
, [ænd; ənd] ['ænsər] [baɪ]['nu:kliər][eɪdʒ][dɪˌtɜ:rmɪ'neɪʃ(ə)n] .
, and answered by nuclear age determination .
, 和 回答 经过 核 年龄 决心 .

数以千计的重要地质问题仍有待通过核年龄测定来确定、探索和解答。

[ænd; ənd] — [æz; əz][ɪz][ɪn'evɪtəb(ə)l][ɪn] ['saɪəns] — ['meni] [ʌv; əv][ðem; ðəm] [wɪl] [li:d] [tu:; tə] [nu:]
And — as is inevitable in science — many of them will lead to new
和 — 作为 是 不可避免的 在 科学 — 许多 的 他们 将要 带领 到 新的
['kwestʃənz] .
questions .
问题 .

而且——正如科学中不可避免的那样——其中许多问题会引出新的问题。

[ˌaɪ 'ti:][ɪz] [ə'pærənt] [ðæt] ['deɪtɪŋ] [tek'ni:ks] [hæv; həv] ['berli] [bɪ'gʌn] [tu:; tə][bi:; bi] [ju:st] [ænd; ənd]
It is apparent that dating techniques have barely begun to be used and
它 是 明显 那 约会 技术 有 仅仅 开始 到 是 用过的 和
[ˌʌndər'stʊd] [baɪ][dʒɪ'ɔlədʒɪsts] .
understood by geologists .
理解 经过 地质学家 .

显然，地质学家对年代测定技术的使用和理解才刚刚起步。

[bʌt; bət][ə'pɑ:rt][frʌm; frəm][ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk][wɜ:rk] , [wʌt] [els] [ɪz][ɪn] [stɔ:r] ?
But apart from geologic work , what else is in store ?
但 除 从 地质 工作 , 什么 别的 是 在 店铺 ?

除了地质勘探工作之外，还有哪些工作要做呢?

[ˌaɪ 'ti:][ɪz] ['dɪfɪkəlt] [tu:; tə] [prɪ'dɪkt] ,
It is difficult to predict ,
它 是 难的 到 预测 ,

很难预测，

[bʌt; bət] ['prɑ:bəbli] [ðə; ði][moʊst][ɪm'pɔ:rt(ə)nt] [æd'væns] [ɪn][ðə; ði][nekst] ['dekeɪd] [ɔ:r] [tu:] [wɪl] [kʌm]
but probably the most important advance in the next decade or two will come
但 大概 这 最多 重要的 进步 在 这 下一个 十年 或者 二 将要 来
[wen] [wi:; wi][əb'teɪn]['sæmpəlz][ʌv; əv] [rɑ:k] [frʌm; frəm][ðə; ði] [mu:n] .
when we obtain samples of rock from the moon .
什么时候 我们 获得 样品 的 岩石 从 这 月亮 .

但未来一二十年内最重要的进展可能来自于我们获得月球岩石样本之时。

[wɪl] [ðer; ðər][bi:; bi] [jʌŋ] ['rɑ:ks][ðer; ðər][ɔ:r] [wɪl] [ðeɪ] [ɔ:l][bi:; bi] - ['mɪljən] ['jɪrz] [oʊld] ?
Will there be young rocks there or will they all be 4550 million years old ?
将要 那里 是 年轻的 岩石 那里 或者 将要 他们 全部 是 - 百万 年 老的 ?

那里会有年轻的岩石吗？还是它们都已有 45.5 亿年的历史?

[ɔ:r] [wɪl] [ðeɪ] [pər'hæps][bi:; bi][sʌm; səm] ['ʌðər] [eɪdʒ] ?

Or	will	they	perhaps	be	some	other	age	?
或者	将要	他们	也许	是	一些	其他	年龄	?

或者他们会是其他年龄段的人?

[ðə; ði] ['kemɪk(ə)l] [ˌkɑ:mpə'zɪʃ(ə)n][ænd; ənd] ['nu:kliər] ['eɪdʒɪz][ʌv; əv][ðə; ði][fɜ:rst] [mu:n] ['sæmpəlz] [wɪl]

The	chemical	composition	and	nuclear	ages	of	the	first	moon	samples	will
这	化学	作品	和	核	年龄	的	这	第一的	月亮	样品	将要

['prɑ:bəbli] [bi:; bi][ðə; ði][moʊst][ɪm'pɔ:rt(ə)nt][ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n][wi:; wi][kæn; kən][hoʊp][tu:; tə][əb'teɪn][frʌm; frəm]

probably	be	the	most	important	information	we	can	hope	to	obtain	from
大概	是	这	最多	重要的	信息	我们	能	希望	到	获得	从

[ðem; ðəm] .

them	.
他们	.

第一批月球样本的化学成分和核年龄可能是我们希望从中获得的最重要的信息。

[ði:z] [rɪ'zʌlts] [frʌm; frəm][ðə; ði] [mu:n] [wɪl] [kən'trɪbju:t] [ɪ'nɔ:rməsli] [tu:; tə]['aʊər; ɑ:r] [ˌʌndər'stændɪŋ]

These	results	from	the	moon	will	contribute	enormously	to	our	understanding
这些	结果	从	这	月亮	将要	贡献	非常	到	我们的	理解

[ʌv; əv][ðə; ði] ['prɑ:sesɪz] [ðæt] [fɔ:rmd] [ðə; ði] [ɜ:rθ] ,

of	the	processes	that	formed	the	earth	,
的	这	流程	那	形成	这	地球	,

来自月球的这些研究成果将极大地增进我们对地球形成过程的理解。

[meɪd] [ðə; ði]['kɑ:ntənənts] , [ænd; ənd] [dɪ'tɜ:rmɪnd] [ðə; ði]['meɪdʒər] [fitʃər] [ʌv; əv]['aʊər; ɑ:r][wɜ:rld] .

made	the	continents	,	and	determined	the	major	features	of	our	world	.
制成	这	各大洲	,	和	决定	这	主要的	特征	的	我们的	世界	.

造就了各大洲，并决定了我们世界的主要特征。

[wi:; wi][hæv; həv][ə; eɪ] [lɔ:ŋ] [weɪ] [tu:; tə][goʊ] . -

We	have	a	long	way	to	go	.	49
我们	有	一个	长的	方式	到	去	.	-

我们还有很长的路要走。49

['glɑ:səri]

GLOSSARY
词汇表

词汇表

['i:ənˌi:ɑ:n][wʌn] ['bɪljən] (-) ['jɪrz] .

AEON	One	billion	(	10^9	)	years	.
永世	一	十亿	(	-	)	年	.

永世 十亿（10^9）年。

['ælfə] [dɪ'keɪ] [ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [wɪð; wɪθ] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ʌv; əv][æn; ən] ['ælfə] ['pɑ:rtɪk(ə)l] .

ALPHA	DECAY	Radioactive	decay	with	emission	of	an	alpha	particle	.
阿尔法	衰变	放射性	衰变	和	排放	的	一个	阿尔法	粒子	.

α衰变：放射性衰变并释放α粒子。

['ælfə] ['pɑ:rtɪk(ə)l] [ɪ'senʃəli] [ðə; ði]['nu:kliəs] [ʌv; əv] ['hi:liəm] ,

ALPHA	PARTICLE	Essentially	the	nucleus	of	helium	,
阿尔法	粒子	本质上	这	核	的	氦	,

α粒子本质上是氦原子核，

[kəm'poʊzd] [ʌv; əv] [tu:] ['nju:trɔnz][ænd; ənd] [tu:] ['prəʊˌtɔnz][wɪð; wɪθ]['dʌb(ə)l] ['pɑ:zətɪv] [tʃɑ:rdʒ] .

composed	of	two	neutrons	and	two	protons	with	double	positive	charge	.
由	的	二	中子	和	二	质子	和	双倍的	积极的	收费	.

由两个中子和两个质子组成，带双正电荷。

[ˌæntiˌkoʊ'ɪnsɪdəns] [rɪŋ]

ANTICOINCIDENCE	RING
反巧合	戒指

防撞戒指

[ə; eɪ] [rɪŋ] [ʌv; əv] ['kauntəz] [kə'nektɪd] [tu:; tə] [ɪk'sklu:d] [ˌaʊt'saɪd] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] .

A	ring	of	counters	connected	to	exclude	outside	radiation	.
一个	戒指	的	计数器	连接	到	排除	外部	辐射	.

一圈计数器连接在一起，用于隔绝外部辐射。

['bækgraʊnd] [kaʊnt] [ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv] ['ɪmpʌlsɪz] [pər] ['ju:nɪt] [taɪm] ['redʒɪstərd] [ɑ:n] [ə; eɪ]

BACKGROUND	COUNT	The	number	of	impulses	per	unit	time	registered	on	a
背景	数数	这	数字	的	冲动	每	单元	时间	挂号的	在	一个

[kaʊntɪŋ] ['ɪnstrəmənt] [wen] [noʊ] ['sæmp(ə)l] [ɪz] ['prez(ə)nt] .

counting	instrument	when	no	sample	is	present	.
计数	乐器	什么时候	不	样本	是	展示	.

背景计数 当没有样品存在时，计数仪器每单位时间内记录的脉冲数。

['beɪtə] [dɪ'keɪ] [ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [wɪð; wɪθ] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ʌv; əv] [ə; eɪ] ['beɪtə] ['pɑ:rtɪk(ə)l] .

BETA	DECAY	Radioactive	decay	with	emission	of	a	beta	particle	.
测试版	衰变	放射性	衰变	和	排放	的	一个	测试版	粒子	.

β衰变：放射性衰变并释放β粒子。

['beɪtə] ['pɑ:rtɪk(ə)l]

BETA	PARTICLE
测试版	粒子

β粒子

[æn; ən] [ɪ'lektrɑ:n] [ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd] [baɪ] [ə; eɪ] ['nu:kliəs] .

An	electron	emitted	by	a	nucleus	.
一个	电子	发射	经过	一个	核	.

原子核发射出的电子。

['brækɪtɪd] [ɪn'tru:sɪv] ['ɪgniəs] [rɑ:k] [ɪk'stendɪŋ] ['ɪntu:] [ˌsedɪ'mentri] ['rɑ:ks] [ðæt] [ɑ:r; ər] ['deɪtəbl] [baɪ]

BRACKETED	INTRUSIVE	Igneous	rock	extending	into	sedimentary	rocks	that	are	datable	by
括号	侵入性的	火成岩	岩石	扩展	进入	沉积	岩石	那	是	可确定日期	经过

[ðer; ðər] ['fɒslz] .

their	fossils	.
他们的	化石	.

带括号的侵入岩：延伸到沉积岩中的火成岩，可以通过化石确定年代。

[kloʊzd] ['sɪstəm] [ə; eɪ] ['sɪstəm] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði] ['perənt] [mə'tɪriəl] [ˌreɪdioʊ'æktɪvli] [di'keiz] ['ɪntu:] [ɪts]

CLOSED	SYSTEM	A	system	in	which	the	parent	material	radioactively	decays	into	its
关闭	系统	一个	系统	在	哪个	这	父母	材料	放射性	衰变	进入	它是

['dɔ:tər] ['prɑ:dʌkt] [ænd; ənd] ['nʌθɪŋ] [ɪz] ['ædɪd] [ɔ:r] [rɪ'mu:vd] .

daughter	products	and	nothing	is	added	or	removed	.
女儿	产品	和	没有什么	是	额外	或者	已移除	.

封闭系统：母体物质放射性衰变为子体物质，且不添加或移除任何物质的系统。

['kɑ:mən] (['strɑ:ntiəm, 'strɑ:nʃiəm] , [li:d] , [ˌet 'setərə; ˌɪt 'setərə] .)

COMMON	(	strontium	,	lead	,	etc	.	)
常见的	(	锶	,	带领	,	ETC	.	)

常见元素（锶、铅等）

[ðə; ði] ['ɔ:rd(ə)neri] ['elɪmənt] ['prez(ə)nt] [ɪn] ['neɪtʃər] [æt; ət] ['eni] [wʌn] [taɪm] [æz; əz] [dɪ'stɪŋgwɪʃt] [frʌm; frəm]

The	ordinary	element	present	in	nature	at	any	one	time	as	distinguished	from
这	普通的	元素	展示	在	自然	在	任何	一	时间	作为	杰出的	从

[ðæt] [prə'du:st] [baɪ] [ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] .

that	produced	by	radioactive	decay	.
那	生产	经过	放射性	衰变	.

自然界中某一时刻存在的普通元素，与放射性衰变产生的元素不同。

['kɔŋkɔ:diə] [ə'næləsɪs] [ə; eɪ][ˌmæθə'mætɪk(ə)l] [tek'ni:k] [tu:; tə] [dɪ'tɜ:rmɪn] ['græfɪkli] [ðə; ði][eɪdʒ]

CONCORDIA	ANALYSIS	A	mathematical	technique	to	determine	graphically	the	age
康考迪亚	分析	一个	数学	技术	到	决定	图形化	这	年龄

[ʌv; əv][ə; eɪ] [mə'tɪrɪəl] [kən'teɪnɪŋ] [ˌreɪdɪoʊ'dʒenɪk] [li:d] [baɪ] [kəm'pɛrɪŋ] [ɪts][ju'reɪniəm] - [tu:; tə] - [li:d]

of	a	material	containing	radiogenic	lead	by	comparing	its	uranium	-	to	-	lead
的	一个	材料	包含	放射成因	带领	经过	比较	它是	铀	-	到	-	带领

['reɪʃioʊ][wɪð; wɪθ][ðə; ði]['sɪmələr]['reɪʃioʊ][ɪn][ə; eɪ][kloʊzd][ju'reɪniəm] - [li:d] ['sɪstəm] .

ratio	with	the	similar	ratio	in	a	closed	uranium	-	lead	system	.
比率	和	这	相似的	比率	在	一个	关闭	铀	-	带领	系统	.

协和分析法是一种数学技术，通过比较含有放射性铅的材料的铀铅比与封闭铀铅系统中的类似比值，以图形方式确定该材料的年龄。

['kɑ:ntækt] [ˌmetə'mɔ:rˌfɪzəm] [ə; eɪ] [ˌmetə'mɔ:rˌfɪzəm] [dʒə'netɪkli] [rɪ'leɪtɪd] [tu:; tə][ðə; ði][ɪn'tru:ʒ(ə)n][ʌv; əv]

CONTACT	METAMORPHISM	A	metamorphism	genetically	related	to	the	intrusion	of
接触	变质	一个	变质	基因	有关的	到	这	入侵	的

['moʊltən] ['mæsɪz] [ʌv; əv] [rɑ:k] [ænd; ənd] ['teɪkɪŋ] [pleɪs] [æt; ət][ɔ:r] [nɪr] [ðə; ði]['kɑ:ntækt] .

molten	masses	of	rock	and	taking	place	at	or	near	the	contact	.
熔融的	群众	的	岩石	和	采取	地方	在	或者	靠近	这	接触	.

接触变质作用 指与熔融岩体侵入有成因联系，且发生在接触面或接触面附近的变质作用。

['kɑ:zmɪk] ['reɪz] [haɪ] - ['enərdʒi]['pɑ:rtɪk(ə)lz] ['mu:vɪŋ] [ɪn]['aʊər; ɑ:r]['gæləksi] .

COSMIC	RAYS	High	-	energy	particles	moving	in	our	galaxy	.
宇宙	射线	高的	-	活力	颗粒	移动	在	我们的	星系	.

宇宙射线：在我们银河系中运动的高能粒子。

['krɪst(ə)l] [ə; eɪ][ˌpɪri'ɑ:dɪk][ɔ:r] ['regjələrli] [rɪ'pi:tɪŋ] [ə'reɪndʒmənt] [ʌv; əv]['ætəmz] , [fɔ:rmd] [frʌm; frəm]

CRYSTAL	A	periodic	or	regularly	repeating	arrangement	of	atoms	,	formed	from
水晶	一个	周期性	或者	经常	重复	安排	的	原子	,	形成	从

[ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l] ['elɪmənt] [ɔ:r]['kɑ:mpaʊnd] .

a	single	element	or	compound	.
一个	单身的	元素	或者	化合物	.

晶体是由单一元素或化合物构成的原子周期性或规则重复排列的结构。

['dɔ:tər] [ə; eɪ]['nju:ˌklaɪd] [fɔ:rmd] [frʌm; frəm][ðə; ði][ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ʌv; əv] [ə'nʌðər] ['nju:ˌklaɪd] .

DAUGHTER	A	nuclide	formed	from	the	radioactive	decay	of	another	nuclide	.
女儿	一个	核素	形成	从	这	放射性	衰变	的	其他	核素	.

子核素是由另一种核素放射性衰变形成的核素。

[dɪ'keɪ] ['kɑ:nstənt] [ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['ætəmz] [dɪ'keɪɪŋ] [pər]['ætəm][pər]['ju:nɪt][ʌv; əv][taɪm] (- .

DECAY	CONSTANT	The	number	of	atoms	decaying	per	atom	per	unit	of	time	(	0	.
衰变	持续的	这	数字	的	原子	腐烂的	每	原子	每	单元	的	时间	(	-	.

- / [hæf] - [laɪf]) .

693	/	half	-	life	)	.
-	/	一半	-	生活	)	.

衰变常数 每单位时间内每个原子衰变的原子数（0.693/半衰期）。

[ɪ'lektrɑ:n] ['kæptʃər] [ə; eɪ]['nu:kliər] ['prɑ:ses] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði]['nu:kliəs] [ʌv; əv][æn; ən]['ætəm] ['kæptʃəz]

ELECTRON	CAPTURE	A	nuclear	process	in	which	the	nucleus	of	an	atom	captures
电子	捕获	一个	核	过程	在	哪个	这	核	的	一个	原子	捕捉

[æn; ən][ɪ'lektrɑ:n][frʌm; frəm][wʌn][ʌv; əv][ðə; ði] ['ɪnər] ['ʃɛlz] . -

an	electron	from	one	of	the	inner	shells	.	50
一个	电子	从	一	的	这	内	贝壳	.	-

电子俘获是指原子核从内层电子壳层俘获一个电子的核过程。50

[e'lektrɒnz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑ:rtɪk(ə)lz][wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['ju:nɪt] ['negətɪv] [ɪ'lektrɪkl] [tʃɑ:rdʒ] [ænd; ənd][ə; eɪ]

ELECTRONS	Elementary	particles	with	a	unit	negative	electrical	charge	and	a
电子	初级	颗粒	和	一个	单元	消极的	电气	收费	和	一个

[mæs] [wʌn] / - [ðæt] [ʌv; əv][ðə; ði]['proʊtɑ:n] ,

mass	1	/	1837	that	of	the	proton	,
大量的	1	/	-	那	的	这	质子	,

电子是基本粒子，带一个单位负电荷，质量约为质子的1/1837。

[ɔːr][naɪn] . - × 10^{-27} [græm] .

or	9	.	12	×	10^{-27}	gram	.
或者	9	.	-	×	10^{-27}	克	.

或 9.12 × 10^{-27} 克。

[eˈlektrɒnz] [səˈraʊnd] [ðə; ði][ˈæ.təmz] [ˈpɑːzətɪvli] [tʃɑːrdʒd] [ˈnuːkliəs][ænd; ənd] [dɪˈtɜːrmɪn] [ðə; ði][ˈæ.təmz]

Electrons	surround	the	atom's	positively	charged	nucleus	and	determine	the	atom's
电子	环绕	这	原子的	积极地	带电	核	和	决定	这	原子的

[ˈkemɪk(ə)l] [ˈprɑːpərtiz] .

chemical	properties	.
化学	特性	.

电子围绕着带正电荷的原子核运动，并决定原子的化学性质。

[ˈgæmə] [ˈreɪz] [ɪˌlektroʊmægˈnetɪk][ˌreɪdiˈeɪʃ(ə)n][frʌm; frəm][æn; ən][əˈtɑːmɪk][ˈnuːkliəs] .

GAMMA	RAYS	Electromagnetic	radiation	from	an	atomic	nucleus	.
伽马	射线	电磁	辐射	从	一个	原子	核	.

伽马射线：原子核释放的电磁辐射。

[ˈgaigə] [ˈkauntəz] [ˈɪnstrʊmənts] [ðæt] [kaʊnt] [ˈpʌlsɪz] [prəˈduːst] [baɪ][ˌreɪdioʊækˈtɪvəti] ,

GEIGER	COUNTERS	Instruments	that	count	pulses	produced	by	radioactivity	,
盖革	计数器	仪器	那	数数	脉冲	生产	经过	放射性	,

盖革计数器，一种用于计数放射性物质产生的脉冲的仪器。

[kənˈsɪstɪŋ] [ʌv; əv][ə; eɪ] [kaʊntɪŋ] [tuːb] [wɪð; wɪθ][ə; eɪ] [ˈsentrəl] [ˈwaɪər][ˈænoʊd] ,

consisting	of	a	counting	tube	with	a	central	wire	anode	,
由	的	一个	计数	管子	和	一个	中央	金属丝	阳极	,

由一个带有中心线阳极的计数管组成，

[ˈjuːʒuəli; ˈjuːʒəli] [fɪld] [wɪð; wɪθ][ə; eɪ] [ˈmɪkstʃər][ʌv; əv][ˈɑːrgɑːn][ænd; ənd][ɔːrˈgænɪk][ˈveɪpər] .

usually	filled	with	a	mixture	of	argon	and	organic	vapor	.
通常	已填	和	一个	混合物	的	氩气	和	有机的	汽	.

通常充满氩气和有机蒸汽的混合物。

[hæf] - [laɪf] [ðə; ði][taɪm] [ˌaɪ ˈtiː] [teɪks] [fɔːr; fər][hæf][ðə; ði][ˈætəmz][ɪn][ə; eɪ][ˌreɪdioʊˈæktɪv] [ˈsʌbstəns]

HALF	-	LIFE	The	time	it	takes	for	half	the	atoms	in	a	radioactive	substance
一半	-	生活	这	时间	它	需要	为了	一半	这	原子	在	一个	放射性	物质

[tuː; tə] [dɪˈkeɪ] .

to	decay	.
到	衰变	.

半衰期 指放射性物质中一半原子发生衰变所需的时间。

[ˈaɪənˌaɪɑːn][æn; ən][ˈætəm][ɔːr][ˈmɑːlɪkjuːl] [ðæt] [hæz; həz][lɔːst][ɔːr] [geɪnd] [wʌn][ɔːr] [mɔːr] [eˈlektrɒnz]

ION	An	atom	or	molecule	that	has	lost	or	gained	one	or	more	electrons
离子	一个	原子	或者	分子	那	有	丢失的或者		获得	一	或者	更多的	电子

[ænd; ənd][ɪz] [ðʌs] [ɪˈlektrɪkli] [tʃɑːrdʒd] .

and	is	thus	electrically	charged	.
和	是	因此	电气	带电	.

离子：失去或获得一个或多个电子而带电的原子或分子。

[ˈaɪsətoʊp] [daɪˈluːʃn] [æn; ən][ˌænəˈlɪtɪk(ə)l] [tekˈniːk] [ˌɪnˈvɑːlvɪŋ] [əˈdɪʃ(ə)n] [ʌv; əv][ə; eɪ] [noʊn] [əˈmaʊnt]

ISOTOPE	DILUTION	An	analytical	technique	involving	addition	of	a	known	amount
同位素	稀释	一个	分析	技术	涉及	添加	的	一个	已知	数量

[ʌv; əv][æn; ən][aɪsoʊˈtɑːpɪk][ˈmɪkstʃər][ʌv; əv][æbˈnɔːrm(ə)l][ˌkɑːmpəˈzɪʃ(ə)n][tuː; tə][ðə; ði] [ˌʌnˈnoʊn] [əˈmaʊnt]

of	an	isotopic	mixture	of	abnormal	composition	to	the	unknown	amount
的	一个	同位素	混合物	的	异常	作品	到	这	未知	数量

[ʌv; əv][æn; ən] [ˈelɪmənt] [ʌv; əv][ˈnɔːrm(ə)l][ɔːr] [noʊn] [aɪsoʊˈtɑːpɪk][ˌkɑːmpəˈzɪʃ(ə)n] .

of	an	element	of	normal	or	known	isotopic	composition	.
的	一个	元素	的	普通的	或者	已知	同位素	作品	.

同位素稀释法是一种分析技术，其原理是将已知量的异常同位素混合物添加到未知量的正常或已知同位素组成的元素中。

['aɪsəˌtoʊps] ['nju:ˌklaɪd] [ʌv; əv] [ðə; ði] [seɪm] [ə'tɑ:mɪk] ['nʌmbər] [bʌt; bət] ['dɪfrənt] [ə'tɑ:mɪk] [weɪt] .

ISOTOPES	**Nuclides**	**of**	**the**	**same**	**atomic**	**number**	**but**	**different**	**atomic**	**weight**	**.**
同位素	核素	的	这	相同的	原子	数字	但	不同的	原子	重量	.

同位素：原子序数相同但原子量不同的核素。

['aɪsəˌtoʊps] [ʌv; əv] [ə; eɪ] ['gɪv(ə)n] ['elɪmənt] [hæv; həv] [æn; ən] [aɪ'dentɪk(ə)l] ['nʌmbər] [ʌv; əv] ['prəʊˌtɔnz] [bʌt; bət]

Isotopes	**of**	**a**	**given**	**element**	**have**	**an**	**identical**	**number**	**of**	**protons**	**but**
同位素	的	一个	给定	元素	有	一个	完全相同的	数字	的	质子	但

['dɪfrənt] ['nʌmbərz] [ʌv; əv] ['nju:trɔnz] [ɪn] [ðer; ðər] ['nu:kliaɪ] .

different	**numbers**	**of**	**neutrons**	**in**	**their**	**nuclei**	**.**
不同的	数字	的	中子	在	他们的	细胞核	.

同位素是指同一元素的原子核中质子数相同但中子数不同的原子核。

[lɔ:] [ʌv; əv] [ˌsu:pərpə'zɪʃn] ['steɪtmənt] [ðæt] [ˌoʊvər'laɪɪŋ] ['streɪtə] [mʌst; məst] [bi:; bi] ['jʌŋgər] [ðæn; ðən]

LAW	**OF**	**SUPERPOSITION**	**Statement**	**that**	**overlying**	**strata**	**must**	**be**	**younger**	**than**
法律	的	叠加	陈述	那	覆盖	地层	必须	是	年轻	比

[ˌʌndər'laɪɪŋ] ['streɪtə] [ɪf] [ðer; ðər] [hæz; həz] [bɪn] [noʊ] [ɪn'vɜ:rʒ(ə)n] .

underlying	**strata**	**if**	**there**	**has**	**been**	**no**	**inversion**	**.**
潜在的	地层	如果	那里	有	到过	不	倒置	.

叠置定律：如果没有发生地层反转，则上覆地层必定比下伏地层年轻。

[mæs] [spek'trɑ:mɪtər]

MASS	**SPECTROMETER**
大量的	光谱仪

质谱仪

[æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [fɔ:r; fər] [ˌsepə'reɪʃn] [ænd; ənd] ['meʒərmənt] [ʌv; əv] ['aɪsəˌtoʊps] [baɪ] [ðer; ðər] [mæs] .

An	**instrument**	**for**	**separation**	**and**	**measurement**	**of**	**isotopes**	**by**	**their**	**mass**	**.**
一个	乐器	为了	分离	和	测量	的	同位素	经过	他们的	大量的	.

一种用于按质量分离和测量同位素的仪器。

[net] [kaʊntɪŋ] [reɪt] ['sæmp(ə)l] [kaʊntɪŋ] [reɪt] ['maɪnəs] ['bækgraʊnd] [kaʊntɪŋ] [reɪt] .

NET	**COUNTING**	**RATE**	**Sample**	**counting**	**rate**	**minus**	**background**	**counting**	**rate**	**.**
网	计数	速度	样本	计数	速度	减	背景	计数	速度	.

净计数率：样本计数率减去背景计数率。

['nju:trɔnz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑ:rtɪk(ə)lz] [ɪn] [ðə; ði] ['nu:kliəs] ['hævɪŋ] [noʊ] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑ:rdʒ] [ænd; ənd] [ðə; ði]

NEUTRONS	**Elementary**	**particles**	**in**	**the**	**nucleus**	**having**	**no**	**electric**	**charge**	**and**	**the**
中子	初级	颗粒	在	这	核	拥有	不	电的	收费	和	这

[mæs] [ʌv; əv] [wʌn] [ə'tɑ:mɪk] [mæs] ['ju:nɪt] .

mass	**of**	**one**	**atomic**	**mass**	**unit**	**.**
大量的	的	一	原子	大量的	单元	.

中子是原子核内的基本粒子，不带电荷，质量为一个原子质量单位。

['nju:ˌklaɪd]

NUCLIDE
核素

核素

[ə; eɪ] ['spi:ʃi:z] [ʌv; əv] ['ætəm] ['kærəktəraɪzd] [baɪ] [ðə; ði] [ˌkɑ:nstɪ'tu:ʃn] [ʌv; əv] [ɪts] ['nu:kliəs] .

A	**species**	**of**	**atom**	**characterized**	**by**	**the**	**constitution**	**of**	**its**	**nucleus**	**.**
一个	物种	的	原子	特征化的	经过	这	宪法	的	它是	核	.

原子种类以其原子核的组成为特征。

[ə'rɪdʒən(ə)l] (['strɑ:ntiəmˌ'strɑ:nʃiəm] , [li:d] , [ˌet 'setərə; ˌɪt 'setərə] .)

ORIGINAL	**(**	**strontium**	**,**	**lead**	**,**	**etc**	**.**	**)**
原来的	(	锶	,	带领	,	ETC	.	)

原味（锶、铅等）

['kɑːmən] ['strɑːntiəm,'strɑːnʃiəm] , [liːd] , [ˌet 'setərə; ˌɪt 'setərə] . , ['teɪkən]['ɪntuː][ə; eɪ] ['sɪstəm] [æt; ət][ðə; ði]
Common **strontium** **,** **lead** **,** **etc** **.** **,** **taken** **into** **a** **system** **at** **the**
常见的 锶 , 带领 , ETC . , 已采取 进入 一个 系统 在 这
[taɪm] [ʌv; əv][ɪts][fɔːr'meɪʃ(ə)n] .
time **of** **its** **formation** **.**
时间 的 它是 形成 .

锶、铅等常见元素，在系统形成时被带入其中。

[ˌpeɪliɑːn'tɑːlədʒi] [ðə; ði] ['stʌdi] [ʌv; əv]['fɑːs(ə)l] [rɪ'meɪnz] .
PALEONTOLOGY **The** **study** **of** **fossil** **remains** **.**
古生物学 这 学习 的 化石 遗迹 .

古生物学是对化石遗骸的研究。

['perənt] [ðə; ði][ˌreɪdioʊ'æktɪv] ['elɪmənt] [frʌm; frəm] [wɪtʃ] [ə; eɪ] ['dɔːtər] ['njuːˌklaɪd][ɪz] [prə'duːst] [baɪ]
PARENT **The** **radioactive** **element** **from** **which** **a** **daughter** **nuclide** **is** **produced** **by**
父母 这 放射性 元素 从 哪个 一个 女儿 核素 是 生产 经过
[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] . -
radioactive **decay** **.** **51**
放射性 衰变 . -

母核：放射性元素，通过放射性衰变产生子核素。[51]

- [ðə; ði] ['stʌdi] [ʌv; əv][ðə; ði][juˈreɪniəm][ænd; ənd] ['θɔːriəm] - [liːd] [dɪ'keɪ] ['sɪstəmz] .
PLUMBOLOGY **The** **study** **of** **the** **uranium** **and** **thorium** **-** **lead** **decay** **systems** **.**
- 这 学习 的 这 铀 和 钍 - 带领 衰变 系统 .

铅学：研究铀和钍铅衰变系统的学科。

[ðə; ði] [neɪm] [ɪz] [dɪ'raɪvd] [frʌm; frəm][ðə; ði] ['lætn] [neɪm] [fɔːr; fər] [liːd] , ['plʌmbəm] .
The **name** **is** **derived** **from** **the** **Latin** **name** **for** **lead** **,** **plumbum** **.**
这 姓名 是 衍生的 从 这 拉丁 姓名 为了 带领 , 铅 .

该名称源自拉丁语中铅的名称 plumbum。

[praɪ'mɔːrdiəl] ['prez(ə)nt][æt; ət][ðə; ði][taɪm][ʌv; əv][ðə; ði][fɔːr'meɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] .
PRIMORDIAL **Present** **at** **the** **time** **of** **the** **formation** **of** **the** **earth** **.**
原始的 展示 在 这 时间 的 这 形成 的 这 地球 .

原始的：地球形成之时就已存在。

[prə'pɔːrʃən(ə)l] ['kaʊntər]
PROPORTIONAL **COUNTER**
比例 柜台

比例计数器

[æn; ən] ['ɪnstrəmənt] [fɔːr; fər] [di'tektiŋ] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n][baɪ] [prə'djʊsɪŋ] ['pʌlsɪz] [ʌv; əv] [ɪ'lektrɪkl] [tʃɑːrdʒ]
An **instrument** **for** **detecting** **radiation** **by** **producing** **pulses** **of** **electrical** **charge**
一个 乐器 为了 检测 辐射 经过 生产 脉冲 的 电气 收费
[ðæt] [ɑːr; ər] [prə'pɔːrʃən(ə)l] [tuː; tə][ðə; ði]['enərdʒi][ʌv; əv][ðə; ði][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] ['biːɪŋ] ['meʒərd] .
that **are** **proportional** **to** **the** **energy** **of** **the** **radiation** **being** **measured** **.**
那 是 比例 到 这 活力 的 这 辐射 存在 测量 .

一种通过产生与被测辐射能量成正比的电荷脉冲来探测辐射的仪器。

[ðə; ði] [dɪ'zaɪn] [pə'mits] [juːz][ʌv; əv][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ə; eɪ] [dɪ'zaɪrd] ['enərdʒi]['lev(ə)l] ([wɪ'ðɪn] ['limits]) ,
The **design** **permits** **use** **of** **radiation** **of** **a** **desired** **energy** **level** **(** **within** **limits** **)** **,**
这 设计 许可证 使用 的 辐射 的 一个 想要的 活力 等级 (之内 限制) ,

该设计允许使用所需能量水平（在一定范围内）的辐射，

[ænd; ənd][dɪˌskrɪmɪ'neɪʃ(ə)n] [ə'genst] ['ʌðər] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] , [ɪ'speʃəli] ['bækgraʊnd] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] .
and **discrimination** **against** **other** **radiation** **,** **especially** **background** **radiation** **.**
和 歧视 反对 其他 辐射 , 尤其 背景 辐射 .

以及对其他辐射，特别是背景辐射的歧视。

['prəʊˌtɔnz] [ˌelɪ'mentri] ['pɑːrtɪk(ə)lz][wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]['pɑːzətɪv] [ɪ'lektrɪkl] [tʃɑːrdʒ] [ænd; ənd][ə; eɪ]

PROTONS	**Elementary**	**particles**	**with**	**a**	**single**	**positive**	**electrical**	**charge**	**and**	**a**
质子	初级	颗粒	和	一个	单身的	积极的	电气	收费	和	一个

[mæs] [ə'prɑːksɪmətli] - [taɪmz] [ðæt] [ʌv; əv][ðə; ði] [ɪ'lektrɑːn] .

mass	**approximately**	**1837**	**times**	**that**	**of**	**the**	**electron**	**.**
大量的	大约	-	时代	那	的	这	电子	.

质子是带一个正电荷的基本粒子，其质量约为电子的 1837 倍。

[ðə; ði][ə'tɑːmɪk] ['nʌmbər] [ʌv; əv][æn; ən]['ætəm][ɪz]['iːkwəl][tuː; tə][ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz][ɪn][ɪts]

The	**atomic**	**number**	**of**	**an**	**atom**	**is**	**equal**	**to**	**the**	**number**	**of**	**protons**	**in**	**its**
这	原子	数字	的	一个	原子	是	平等的	到	这	数字	的	质子	在	它是

['nuːkliəs] .

nucleus	**.**
核	.

原子的原子序数等于其原子核中的质子数。

[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ðə; ði] [tʃeɪndʒ] [ʌv; əv][wʌn]['njuːˌklaɪd][tuː; tə] [ə'nʌðər] [baɪ][ðə; ði] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ʌv; əv]

RADIOACTIVE	**DECAY**	**The**	**change**	**of**	**one**	**nuclide**	**to**	**another**	**by**	**the**	**emission**	**of**
放射性	衰变	这	改变	的	一	核素	到	其他	经过	这	排放	的

[tʃɑːrdʒd] ['pɑːrtɪk(ə)lz][frʌm; frəm][ðə; ði]['nuːkliəs] [ʌv; əv][ɪts]['ætəm] .

charged	**particles**	**from**	**the**	**nucleus**	**of**	**its**	**atom**	**.**
带电	颗粒	从	这	核	的	它是	原子	.

放射性衰变是指原子核发射带电粒子，使一种核素转变为另一种核素的过程。

[ˌreɪdioʊæk'tɪvəti]

RADIOACTIVITY
放射性

放射性

[ðə; ði] ['prɑːpərti] [ʌv; əv][sʌm; səm]['njuːˌklaɪd][tuː; tə] [dɪ'keɪ] [baɪ] [ðəm'selvz] ['ɪntuː] ['ʌðər] .

The	**property**	**of**	**some**	**nuclides**	**to**	**decay**	**by**	**themselves**	**into**	**others**	**.**
这	财产	的	一些	核素	到	衰变	经过	他们自己	进入	其他的	.

某些核素具有自行衰变为其他核素的特性。

[ˌreɪdioʊ'dʒenɪk] [fɔːrmd] [æz; əz][ðə; ði] [rɪ'zʌlt] [ʌv; əv][ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] .

RADIOGENIC	**Formed**	**as**	**the**	**result**	**of**	**radioactive**	**decay**	**.**
放射成因	形成	作为	这	结果	的	放射性	衰变	.

放射性物质：由放射性衰变形成。

[rer] [ɜːrθ]

RARE	**EARTH**
稀有的	地球

稀土

['eni] [ʌv; əv][ðə; ði]['elɪmənts; 'eləmənts][frʌm; frəm][ə'tɑːmɪk] ['nʌmbər] - (['lænθənəm]) [tuː; tə] - (

Any	**of**	**the**	**elements**	**from**	**atomic**	**number**	**57**	**(**	**lanthanum**	**)**	**to**	**71**	**(**
任何	的	这	元素	从	原子	数字	-	(	镧	)	到	-	(

[luː'tiːʃiəm]) .

lutetium	**)**	**.**
镏	)	.

原子序数从 57（镧）到 71（镥）的任何元素。

['sæmp(ə)l] ['kaʊntər]

SAMPLE	**COUNTER**
样本	柜台

样品计数器

[æn; ən] ['ɪnstrəmənt] ['ɪntuː] [wɪtʃ] [ə; eɪ]['sæmp(ə)l][ʌv; əv] [mə'tɪrɪəl] [kæn; kən][biː; bi] [pleɪst] [tuː; tə][hæv; həv]

An	instrument	into	which	a	sample	of	material	can	be	placed	to	have
一个	乐器	进入	哪个	一个	样本	的	材料	能	是	放置	到	有

[ɪts][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] ['meʒərd] .

its	radiation	measured	.
它是	辐射	测量	.

一种可以将材料样品放入其中测量其辐射的仪器。

['sekjələr] [ˌiːkwɪ'lɪbriəm]

SECULAR	EQUILIBRIUM
世俗	平衡

世俗平衡

[ðə; ði] [prə'dʌkʃn] [ʌv; əv][ə; eɪ][ˌreɪdioʊ'æktɪv] ['sʌbstəns] [æt; ət][ə; eɪ] [reɪt] ['iːkwəl][tuː; tə][ɪts] [dɪ'keɪ] .

The	production	of	a	radioactive	substance	at	a	rate	equal	to	its	decay	.
这	生产	的	一个	放射性	物质	在	一个	速度	平等的	到	它是	衰变	.

放射性物质的产生速率与其衰变速率相等。

[spə'sɪfɪk] [æk'tɪvəti]

SPECIFIC	ACTIVITY
具体的	活动

具体活动

[ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['ætəmz] [dɪ'keɪɪŋ] [pər]['juːnɪt] [taɪm] [pər]['juːnɪt] [weɪt] [ʌv; əv][ðə; ði]['toʊt(ə)l]

The	number	of	atoms	decaying	per	unit	time	per	unit	weight	of	the	total
这	数字	的	原子	腐烂的	每	单元	时间	每	单元	重量	的	这	全部的

[ə'maʊnt] ['biːɪŋ] ['testɪd] .

amount	being	tested	.
数量	存在	测试	.

单位时间内单位重量被测总量的原子衰变数。

[spaɪk]

SPIKE
长钉

长钉

[ə; eɪ] [noʊn] [ə'maʊnt] [ʌv; əv][æn; ən] ['elɪmənt] [ʌv; əv][ʌn'juːʒuəl][aɪsoʊ'tɑːpɪk][ˌkɑːmpə'zɪʃ(ə)n] [juːst] [ɪn]

A	known	amount	of	an	element	of	unusual	isotopic	composition	used	in
一个	已知	数量	的	一个	元素	的	异常	同位素	作品	用过的	在

['aɪsətoʊp] - [daɪ'luːʃn] [ə'næləsɪs] .

isotope	-	dilution	analysis	.
同位素	-	稀释	分析	.

用于同位素稀释分析的已知量的具有特殊同位素组成的元素。

[stə'tɪstɪk(ə)l] ['erər]

STATISTICAL	ERROR
统计	错误

统计误差

[ðə; ði] ['erər] [ə'soʊsieɪtɪd] [wɪð; wɪθ] ['nuːkliər] ['meʒərmənts] [ænd; ənd] [ɜ'aɪzɪŋ] [frʌm; frəm][ðə; ði]['rændəm]

The	error	associated	with	nuclear	measurements	and	arising	from	the	random
这	错误	联系	和	核	测量	和	产生	从	这	随机的

[ˌdɪstrɪ'bjuːʃ(ə)n][ʌv; əv]['nuːkliər] [ɪ'vents] .

distribution	of	nuclear	events	.
分配	的	核	活动	.

与核测量相关的误差，是由核事件的随机分布引起的。

['streɪtə] ['plʊrəl][ʌv; əv]['streɪtəm; 'strætəm] .

STRATA	Plural	of	stratum	.
地层	复数	的	地层	.

STRATA 是 strum 的复数形式。

[ə; eɪ] [ʃiːt] [ɔːr] [mæs] [ʌv; əv] [ˌsedɪ'mentri] [rɑːk] ([fɔːrmd] [baɪ] [di'pɔzits] [ʌv; əv]['sedimənts] ,

A	sheet	or	mass	of	sedimentary	rock	(	formed	by	deposits	of	sediments	,
一个	床单	或者	大量的	的	沉积	岩石	(	形成	经过	存款	的	沉积物	,

一片或一大片沉积岩（由沉积物堆积而成），

[æz; əz][frʌm; frəm] ['eɪnʃənt] ['siːz]) [ʌv; əv][wʌn][kaɪnd] , ['juːʒuəli; 'juːʒəli][ɪn] ['leər] [bɪ'twiːn] [bedz][ɔːr]

as	from	ancient	seas	)	of	one	kind	,	usually	in	layers	between	beds	or
作为	从	古老的	海域	)	的	一	种类	,	通常	在	层	之间	床	或者

['leər] [ʌv; əv] ['ʌðər] [kaɪndz] . -

layers	of	other	kinds	.	52
层	的	其他	种类	.	-

（例如来自古代海洋的）一种地层，通常以层状形式存在于其他地层或层之间。52

[ə'pendɪks]

APPENDIX

附录

附录

[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ]

Radioactive	Decay
放射性	衰变

放射性衰变

[wen] [ə; eɪ][ˌreɪdioʊ'æktɪv]['nuːkliəs] [dɪs'ɪntɪˌgreɪts] [ɔːr] [di'keiz] , [ðə; ði] [rɪ'zʌltənt] [rɪ'meɪnɪŋ] ['nuːkliəs]

When	a	radioactive	nucleus	disintegrates	or	decays	,	the	resultant	remaining	nucleus
什么时候	一个	放射性	核	瓦解	或者	衰变	,	这	结果	其余的	核

[meɪ] [stɪl] [biː; bi][ˌreɪdioʊ'æktɪv] ,

may	still	be	radioactive	,
可能	仍然	是	放射性	,

当放射性原子核发生衰变或崩解时，剩余的原子核可能仍然具有放射性。

[ænd; ənd] ['suːnər] [ɔːr]['leɪtər][ˌaɪ 'tiː]['ɔːlsoʊ] [wɪl] [dɪs'ɪntɪgreɪt] [ænd; ənd] [bɪ'kʌm] [stɪl] [ə'nʌðər] [kaɪnd]

and	sooner	or	later	it	also	will	disintegrate	and	become	still	another	kind
和	很快	或者	之后	它	还	将要	瓦解	和	变得	仍然	其他	种类

[ʌv; əv]['ætəm] .

of	atom	.
的	原子	.

迟早它也会分解，变成另一种原子。

[ðɪs] ['prɑːses] [kən'tɪnjuːz] [θruː] [ə; eɪ] ['sɪriːz] [ʌv; əv] [dɪ'stɪŋkt] [steps] [ʌn'tɪl] [ə; eɪ]['steɪb(ə)l]['ætəm] — [wʌn]

This	process	continues	through	a	series	of	distinct	steps	until	a	stable	atom	—	one
这	过程	继续	通过	一个	系列	的	清楚的	步骤	直到	一个	稳定的	原子	—	一

[ðæt] [ɪz][nɑːt][ˌreɪdioʊ'æktɪv] — [ɪz] [fɔːrmd] .

that	is	not	radioactive	—	is	formed	.
那	是	不是	放射性	—	是	形成	.

这个过程会经历一系列不同的步骤，直到形成一个稳定的原子——一个不具有放射性的原子。

[ɔːl]['nætʃ(ə)rəl][ˌreɪdioʊæk'tɪvəti][ɪn][ðə; ði] ['hevi] ['elɪmənts; 'eləmənts]['proʊsiːdz][baɪ] [sʌtʃ] [ə; eɪ] ['sɪriːz] [ʌv; əv]

All	natural	radioactivity	in	the	heavy	elements	proceeds	by	such	a	series	of
全部	自然的	放射性	在	这	重的	元素	收益	经过	这样的	一个	系列	的

[steps] ,

steps	,
步骤	,

重元素中所有天然放射性物质的产生都是通过这样一系列步骤进行的。

[ænd; ənd][ðə; ði] ['sɪriːz] ['faɪnəli]['ɛndz][wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['steɪb(ə)l][fɔːrm][ʌv; əv] [liːd] [æz; əz][ɪts][end]['prɑːdʌkt] .

and	the	series	finally	ends	with	a	stable	form	of	lead	as	its	end	product	.
和	这	系列	最后	结束	和	一个	稳定的	形式	的	带领	作为	它是	结尾	产品	.

该系列最终以稳定的铅形式作为最终产品而告终。

[ɪn] ['ʌðər] [wɜːrdz] , ['eni] ['nætʃ(ə)rəli][ˌreɪdioʊ'æktɪv] ['hevi] ['elɪmənt] [ɪ'ventʃuəli] [bɪ'kʌmz]

In	other	words	,	any	naturally	radioactive	heavy	element	eventually	becomes
在	其他	字	,	任何	自然	放射性	重的	元素	最终	变成

[ˌnɑːnˌreɪdɪoʊ'æktɪv] [liːd] .

nonradioactive	lead	.
非放射性	带领	.

换句话说，任何天然放射性重元素最终都会变成无放射性的铅。

[ðə; ði] ['nuːkliəs] [ʌv; əv] ['evri] ['ætəm] ([ɪk'sept] ['haɪdrədʒən]) [kən'teɪnz] [wʌn][ɔːr] [mɔːr] ['nju:trɔnz][ænd; ənd]

The	nucleus	of	every	atom	(	except	hydrogen	)	contains	one	or	more	neutrons	and
这	核	的	每一个	原子	(	除了	氢	)	包含	一	或者	更多的	中子	和

[wʌn][ɔːr] [mɔːr] ['prəʊˌtɔnz] .

one	or	more	protons	.
一	或者	更多的	质子	.

除氢原子外，每个原子的原子核都包含一个或多个中子和一个或多个质子。

[ðə; ði] [ˌɪnstə'bɪlətɪ] [ʌv; əv][ðə; ði]['nuːkliaɪ][ʌv; əv][ðə; ði] ['hevi] ['ætəmz][ɪz] [rɪ'leɪtɪd] [tuː; tə][ðə; ði]['reɪʃioʊ][ʌv; əv]

The	instability	of	the	nuclei	of	the	heavy	atoms	is	related	to	the	ratio	of
这	不稳定性	的	这	细胞核	的	这	重的	原子	是	有关的	到	这	比率	的

[ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['nju:trɔnz][tuː; tə][ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz][ɪn][ðə; ði]['nuːkliaɪ] .

the	number	of	neutrons	to	the	number	of	protons	in	the	nuclei	.
这	数字	的	中子	到	这	数字	的	质子	在	这	细胞核	.

重原子核的不稳定性与原子核中中子数与质子数的比值有关。

[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɪz] , [ɪn][fækt] , [ə; eɪ] [wei] [ʌv; əv] [ə'dʒʌstɪŋ] [ðiːz] ['reiʃiəuz] .

Radioactive	decay	is	,	in	fact	,	a	way	of	adjusting	these	ratios	.
放射性	衰变	是	,	在	事实	,	一个	方式	的	调整	这些	比率	.

放射性衰变实际上是调整这些比例的一种方法。

[ðə; ði] [ə'dʒʌstmənt] [kæn; kən] [ə'kɜːr] [ɪn] ['veriəs] [weɪz] .

The	adjustment	can	occur	in	various	ways	.
这	调整	能	发生	在	各种各样的	方式	.

这种调整可以通过多种方式进行。

[ðə; ði][moʊst] ['kɑːmən] [ɪz][ðə; ði] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ʌv; əv] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)lz][ɔːr]['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)lz] .

The	most	common	is	the	emission	of	alpha	particles	or	beta	particles	.
这	最多	常见的	是	这	排放	的	阿尔法	颗粒	或者	测试版	颗粒	.

最常见的是发射α粒子或β粒子。

[æn; ən] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)l][ɪz][aɪ'dentɪk(ə)l][wɪð; wɪθ][ðə; ði] ['nuːkliəs] [ʌv; əv][ə; eɪ]['hiːliəm]['ætəm][ænd; ənd]

An	alpha	particle	is	identical	with	the	nucleus	of	a	helium	atom	and
一个	阿尔法	粒子	是	完全相同的	和	这	核	的	一个	氦	原子	和

[hæz; həz] [tuː] ['nju:trɔnz][ænd; ənd] [tuː] ['prəʊˌtɔnz] ['bʌndəld] [tə'geðər] .

has	two	neutrons	and	two	protons	bundled	together	.
有	二	中子	和	二	质子	捆绑式	一起	.

α粒子与氦原子核相同，由两个中子和两个质子捆绑在一起构成。

[lɔːs] [ʌv; əv][æn; ən] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)l][frʌm; frəm][ə; eɪ]['nuːkliəs] ['ləuə] [ðə; ði] [mæs] ['nʌmbər] ([ðə; ði]

Loss	of	an	alpha	particle	from	a	nucleus	lowers	the	mass	number	(	the
损失	的	一个	阿尔法	粒子	从	一个	核	下	这	大量的	数字	(	这

['toʊt(ə)l][ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz][ænd; ənd]['nju:trɔnz]) [ʌv; əv][ðə; ði]['perənt] ['nuːkliəs][baɪ] [fɔːr] [ænd; ənd][ðə; ði]

total	of	protons	and	neutrons	)	of	the	parent	nucleus	by	four	and	the
全部的	的	质子	和	中子	)	的	这	父母	核	经过	四	和	这

[ə'tɑːmɪk] ['nʌmbər] ([ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz]) [baɪ] [tuː] ;

atomic	number	(	the	number	of	protons	)	by	two	;
原子	数字	(	这	数字	的	质子	)	经过	二	;

原子核失去一个α粒子，会使母核的质量数（质子数和中子数之和）减少4，原子序数（质子数）减少2；

[ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['nju:trɔnz]['ɔːlsoʊ][ɪz] [rɪ'djʊst] [baɪ] [tuː] .

the	number	of	neutrons	also	is	reduced	by	two	.
这	数字	的	中子	还	是	减少	经过	二	.

中子数也减少了两个。

[ə; eɪ]['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)l][ɪz][æn; ən][ɪ'lektrɑːn][ænd; ənd][hæz; həz][ə; eɪ] ['negətɪv] [ɪ'lektrɪk] [tʃɑːrdʒ] .

A	beta	particle	is	an	electron	and	has	a	negative	electric	charge	.
一个	测试版	粒子	是	一个	电子	和	有	一个	消极的	电的	收费	.

β粒子是电子，带有负电荷。

[wen] [ə; eɪ]['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)l][ɪz][ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd][frʌm; frəm][ə; eɪ]['nuːkliəs] ,

When	a	beta	particle	is	emitted	from	a	nucleus	,
什么时候	一个	测试版	粒子	是	发射	从	一个	核	,

当原子核发射出β粒子时，

[ðə; ði]['nuːkliəs][ɪz] [tʃeɪndʒd] [soʊ] [ðæt] [ˌaɪ 'tiː][hæz; həz][wʌn] [mɔːr] ['proʊtɑːn] ([wɪtʃ] [hæz; həz][ə; eɪ]

the	nucleus	is	changed	so	that	it	has	one	more	proton	(	which	has	a
这	核	是	已更改	所以	那	它	有	一	更多的	质子	(	哪个	有	一个

['pɑːzətɪv] [tʃɑːrdʒ]) [ænd; ənd][wʌn] [les] ['nuːtrɑːn] ([wɪtʃ] [hæz; həz][noʊ] [tʃɑːrdʒ]) ;

positive	charge	)	and	one	less	neutron	(	which	has	no	charge	)	;
积极的	收费	)	和	一	较少的	中子	(	哪个	有	不	收费	)	;

原子核发生改变，使其多出一个质子（带正电荷），少出一个中子（不带电荷）;

[ɪn] [ɪ'fekt] , [ə; eɪ]['nuːtrɑːn][hæz; həz] [tʃeɪndʒd] ['ɪntuː][ə; eɪ]['proʊtɑːn][æz; əz][ðə; ði]['nuːkliəs] [lɔːst][ə; eɪ]

in	effect	,	a	neutron	has	changed	into	a	proton	as	the	nucleus	lost	a
在	影响	,	一个	中子	有	已更改	进入	一个	质子	作为	这	核	丢失的	一个

['negətɪv] [tʃɑːrdʒ] .

negative	charge	.
消极的	收费	.

实际上，由于原子核失去了负电荷，中子变成了质子。

['beɪtə] [dɪ'keɪ] [ə'kɜːrz] [ɪn]['nuːkliaɪ][wɪð; wɪθ][ə; eɪ] ['greɪtər] [prə'pɔːrʃ(ə)n][ʌv; əv]['njuːtrɔnz][ðæn; ðən][ɪz]

Beta	decay	occurs	in	nuclei	with	a	greater	proportion	of	neutrons	than	is
Beta	衰变	发生	在	细胞核	和	一个	更大的	部分	的	中子	比	是

['nɔːrm(ə)l][fɔːr; fər][ðə; ði] ['nʌmbər] [ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz] .

normal	for	the	number	of	protons	.
普通的	为了	这	数字	的	质子	.

β衰变发生在原子核中，其中中子数的比例高于质子数与原子核中中子数比例的正常值。

[sɪns] ['beɪtə] [ɪ'mɪʃ(ə)n] [ɪn'kriːsɪz] [ðə; ði][prə'pɔːrʃ(ə)n][ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz] ,

Since	beta	emission	increases	the	proportion	of	protons	,
自从	测试版	排放	增加	这	部分	的	质子	,

由于β射线发射会增加质子的比例，

[ðə; ði] ['prɑːses] ['reɪzɪz] [ðə; ði][ə'tɑːmɪk] ['nʌmbər] [ʌv; əv][ðə; ði] ['perənt] ['nuːkliəs] [baɪ][wʌn][ænd; ənd] [liːvz]

the	process	raises	the	atomic	number	of	the	parent	nucleus	by	one	and	leaves
这	过程	提高	这	原子	数字	的	这	父母	核	经过	一	和	树叶

[ðə; ði] [mæs] ['nʌmbər] [ðə; ði] [seɪm] . -

the	mass	number	the	same	.	53
这	大量的	数字	这	相同的	.	-

该过程使母核的原子序数增加1，而质量数保持不变。[53]

['gæmə] ['reɪz] [ɑːr; ər][ə; eɪ][fɔːrm][ʌv; əv][ɪˌlektroʊmæg'netɪk][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] .

Gamma	rays	are	a	form	of	electromagnetic	radiation	.
伽马	射线	是	一个	形式	的	电磁	辐射	.

伽马射线是一种电磁辐射。

[ðeɪ] [ɑːr; ər][ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd] [wen] [ə; eɪ]['nuːkliəs] [ʃɪfts] [frʌm; frəm][wʌn]['enərdʒi] [steɪt] [tuː; tə][ə; eɪ] ['loʊər]

They	are	emitted	when	a	nucleus	shifts	from	one	energy	state	to	a	lower
他们	是	发射	什么时候	一个	核	轮班	从	一	活力	状态	到	一个	降低

['enərdʒi] [steɪt] — [ðə; ði]['enərdʒi] ['dɪfrəns] [ɪ'mɜːrdʒɪŋ] [æz; əz][ðə; ði] ['gæmə] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] .

energy	state	—	the	energy	difference	emerging	as	the	gamma	radiation	.
活力	状态	—	这	活力	不同之处	新兴	作为	这	伽马	辐射	.

当原子核从一个能级跃迁到较低能级时，就会释放出伽马射线——能量差以伽马射线的形式释放出来。

['gæmə]	[ɪ'mɪʃ(ə)n]	['ɔːf(ə)n]	[ə'kʌmpəniz]	['ælfə]	[ɔːr]['beɪtə]	[ɪ'mɪʃ(ə)n]	,
Gamma	**emission**	**often**	**accompanies**	**alpha**	**or**	**beta**	**emission**	**,**
伽马	排放	经常	伴随	阿尔法	或者	测试版	排放	,

伽马射线通常伴随α射线或β射线发射，

[bʌt; bət][ðə; ði]	[prə'dʌkʃn]	[ʌv; əv]	['gæmə]	['reɪz]	[dʌz]	[nɑːt][ɪt'self]['ɔːltər][ðə; ði][ə'tɑːmɪk]	['nʌmbər]	[nɔːr]
but	**the**	**production**	**of**	**gamma**	**rays**	**does**	**not**	**itself**	**alter**	**the**	**atomic**	**number**	**nor**
但	这	生产	的	伽马	射线	做	不是	本身	改变	这	原子	数字	也不

[ðə; ði]	[mæs]	['nʌmbər]	[ʌv; əv][ðə; ði]	['perənt]	.
the	**mass**	**number**	**of**	**the**	**parent**	**.**
这	大量的	数字	的	这	父母	.

但是，伽马射线的产生本身并不会改变母体的原子序数或质量数。

['nuːkliaɪ]['ɔːlsoʊ][kæn; kən]	[dɪ'keɪ]	[baɪ]	[ɪ'mɪʃ(ə)n]	[ʌv; əv][ə; eɪ]['pɑːzɪtrɑːn]	,	[wɪtʃ]	[ɪz][ə; eɪ]	['pɑːzətɪvli]
Nuclei	**also**	**can**	**decay**	**by**	**emission**	**of**	**a**	**positron**	**,**	**which**	**is**	**a**	**positively**
细胞核	还	能	衰变	经过	排放	的	一个	正电子	,	哪个	是	一个	积极地

[tʃɑːrdʒd]	[ɪ'lektrɑːn]	.
charged	**electron**	**.**
带电	电子	.

原子核也可以通过发射正电子（带正电荷的电子）而衰变。

[wen]	[ðɪs]	[ə'kɜːrz]	,	[ðə; ði]	[nuː]	['nuːkliəs]	[hæz; həz]	[wʌn]	[mɔːr]	['nuːtrɑːn]	[ænd; ənd]	[wʌn]	[les]	['proʊtɑːn]
When	**this**	**occurs**	**,**	**the**	**new**	**nucleus**	**has**	**one**	**more**	**neutron**	**and**	**one**	**less**	**proton**
什么时候	这	发生	,	这	新的	核	有	一	更多的	中子	和	一	较少的	质子

[ðæn; ðən][ɪts]	['perənt]	;
than	**its**	**parent**	**;**
比	它是	父母	;

当这种情况发生时，新原子核比其母原子核多一个中子，少一个质子；

[ɪn]	[ɪ'fekt]	[ə; eɪ]['proʊtɑːn][hæz; həz]	[bɪ'kʌm]	[ə; eɪ]['nuːtrɑːn]	[æz; əz][ðə; ði]	['nuːkliəs]	['luːzɪz][ə; eɪ]	['pɑːzətɪv]
in	**effect**	**a**	**proton**	**has**	**become**	**a**	**neutron**	**as**	**the**	**nucleus**	**loses**	**a**	**positive**
在	影响	一个	质子	有	变得	一个	中子	作为	这	核	失败	一个	积极的

[tʃɑːrdʒ]	.
charge	**.**
收费	.

实际上，由于原子核失去正电荷，质子变成了中子。

['pɑːzɪtrɑːn]	['juːʒuəli; 'juːʒəli]	[ɑːr; ər]	[ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd]	[baɪ]	['nuːkliaɪ]	[ðæt]	[hæv; həv][ə; eɪ]	['greɪtər]	[prə'pɔːrʃ(ə)n]
Positrons	**usually**	**are**	**emitted**	**by**	**nuclei**	**that**	**have**	**a**	**greater**	**proportion**
正电子	通常	是	发射	经过	细胞核	那	有	一个	更大的	部分

[ʌv; əv]['prəʊˌtɔnz][ðæn; ðən][ɪz]['nɔːrm(ə)l][fɔːr; fər][ðə; ði]	['nʌmbər]	[ʌv; əv]['nju:trɔnz]	.
of	**protons**	**than**	**is**	**normal**	**for**	**the**	**number**	**of**	**neutrons**	**.**
的	质子	比	是	普通的	为了	这	数字	的	中子	.

正电子通常由质子数比例高于中子数比例的原子核发射出来。

[ə'nʌðər]	['prɑːses]	—	[ɪn'tɜːrn(ə)l]	[ɪ'lektrɑːn]	[kən'vɜːrʒ(ə)n]	—	['sʌmtaɪmz]	[ə'kɜːrz]	[ɪn]	[kə'nekʃ(ə)n]	[wɪð; wɪθ]
Another	**process**	**—**	**internal**	**electron**	**conversion**	**—**	**sometimes**	**occurs**	**in**	**connection**	**with**
其他	过程	—	内部的	电子	转换	—	有时	发生	在	联系	和

['gæmə]	-	[reɪ]	[ɪ'mɪʃ(ə)n]	,
gamma	**-**	**ray**	**emission**	**,**
伽马	-	射线	排放	,

另一个过程——内电子转换——有时与伽马射线发射有关。

['juːʒuəli; 'juːʒəli][ɪn]	['hevi]	['elɪmənts; 'eləmənts]	[wen]	[ðə; ði]	['gæmə]	-	[reɪ]	['enərdʒi][ɪz]	[loʊ]	.
usually	**in**	**heavy**	**elements**	**when**	**the**	**gamma**	**-**	**ray**	**energy**	**is**	**low**	**.**
通常	在	重的	元素	什么时候	这	伽马	-	射线	活力	是	低的	.

通常发生在重元素中，此时伽马射线能量较低。

[ɪn'sted] [ʌv; əv] ['biːɪŋ] [ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd][də'rektli; daɪ'rektli] , [ðə; ði] ['gæmə] [reɪ] [straɪks] [æn; ən]['ɔːrbɪt(ə)l]
Instead **of** **being** **emitted** **directly** **,** **the** **gamma** **ray** **strikes** **an** **orbital**
反而 的 存在 发射 直接地 , 这 伽马 射线 罢工 一个 轨道
[ɪ'lektrɑːn] ,
electron **,**
电子 ,

伽马射线不是直接发射出来的，而是撞击轨道上的电子。

['nɔkiŋ] [ðə; ði][ɪ'lektrɑːn] [aʊt][ʌv; əv][ðə; ði]['ætəm] ; [ðə; ði] ['gæmə] [reɪ] [ðen] [ˌdisə'piəz] .
knocking **the** **electron** **out** **of** **the** **atom** **;** **the** **gamma** **ray** **then** **disappears** **.**
敲门 这 电子 出去 的 这 原子 ; 这 伽马 射线 然后 消失 .

将电子从原子中击出；然后伽马射线消失。

[ə'nʌðər] [ɪ'lektrɑːn][dʒʌmps]['ɪntuː][ðə; ði] “ [hoʊl] ” [ɪn][ðə; ði]['ɔːrbɪt][frʌm; frəm] [wɪtʃ] [ðə; ði][fɜːrst]
Another **electron** **jumps** **into** **the** **“** **hole** **”** **in** **the** **orbit** **from** **which** **the** **first**
其他 电子 跳跃 进入 这 “ 洞 ” 在 这 轨道 从 哪个 这 第一的
[ɪ'lektrɑːn][wʌz; wəz][ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd] ,
electron **was** **emitted** **,**
电子 曾是 发射 ,

另一个电子跃迁到第一个电子被发射出来的轨道上的“空穴”中。

[ænd; ənd] [ðɪs] [dʒʌmp] — [frʌm; frəm][ə; eɪ] ['haɪər] [tuː; tə][ə; eɪ] ['loʊər]['enərdʒi]['lev(ə)l] — [rɪ'zʌlts] [ɪn][ðə; ði]
and **this** **jump** **—** **from** **a** **higher** **to** **a** **lower** **energy** **level** **—** **results** **in** **the**
和 这 跳 — 从 一个 更高 到 一个 降低 活力 等级 — 结果 在 这
[ɪ'mɪʃ(ə)n] [ʌv; əv][æn; ən][eks] [reɪ] ([wɪtʃ] [ɪz]['sɪmələr][tuː; tə][ə; eɪ] ['gæmə] [reɪ] ,
emission **of** **an** **X** **ray** **(** **which** **is** **similar** **to** **a** **gamma** **ray** **,**
排放 的 一个 X 射线 (哪个 是 相似的 到 一个 伽马 射线 ,

这种从较高能级到较低能级的跃迁会导致X射线（类似于伽马射线）的发射，

[bʌt; bət][ə'rɪdʒɪneɪts][ɪn][ðə; ði][ɪ'lektrɑːn]['ɔːrbɪt]['riːdʒən][ʌv; əv][ðə; ði]['ætəm] , [nɑːt][ɪn][ðə; ði]['nuːkliəs]) .
but **originates** **in** **the** **electron** **orbit** **region** **of** **the** **atom** **,** **not** **in** **the** **nucleus** **)** **.**
但 起源于 在 这 电子 轨道 地区 的 这 原子 , 不是 在 这 核) .

但它起源于原子的电子轨道区域，而不是原子核。

['faɪnəli] , [ə; eɪ]['nuːkliəs] [meɪ] [biː; bi] ['ɔːltərd] [baɪ][ɪ'lektrɑːn] ['kæptʃər] .
Finally **,** **a** **nucleus** **may** **be** **altered** **by** **electron** **capture** **.**
最后 , 一个 核 可能 是 已修改 经过 电子 捕获 .

最后，原子核可能因电子俘获而发生改变。

[ɪn][ə; eɪ]['nuːkliəs][wɪð; wɪθ][ə; eɪ][loʊ]['reɪʃioʊ][ʌv; əv]['njuːtrɔnz][tuː; tə]['prəʊˌtɔnz] ,
In **a** **nucleus** **with** **a** **low** **ratio** **of** **neutrons** **to** **protons** **,**
在 一个 核 和 一个 低的 比率 的 中子 到 质子 ,

在质子与中子比例较低的原子核中，

[ðə; ði]['nuːkliəs] ['kæptʃəz] [wʌn][ʌv; əv][ɪts] [oʊn]['ɔːrbɪt(ə)l][e'lektrɒnz] .
the **nucleus** **captures** **one** **of** **its** **own** **orbital** **electrons** **.**
这 核 捕捉 一 的 它是自己的 轨道 电子 .

原子核捕获自身轨道上的一个电子。

[ðɪs] [ɪ'miːdiətli] [kəm'bainz] [wɪð; wɪθ][ə; eɪ]['proʊtɑːn][tuː; tə][fɔːrm][ə; eɪ] [nuː] ['nuːtrɑːn] [ænd; ənd] [i'mɪt]
This **immediately** **combines** **with** **a** **proton** **to** **form** **a** **new** **neutron** **and** **emit**
这 立即地 组合 和 一个 质子 到 形式 一个 新的 中子 和 发射
[ə; eɪ][nuː'triːnoʊ] ([ə; eɪ] [haɪ] - ['enərdʒi]['pɑːrtɪk(ə)l][wɪð; wɪθ] ['niːðər] [mæs] [nɔːr] [tʃɑːrdʒ]) .
a **neutrino** **(** **a** **high** **-** **energy** **particle** **with** **neither** **mass** **nor** **charge** **)** **.**
一个 中微子 (一个 高的 - 活力 粒子 和 两者都不 大量的 也不 收费) .

它会立即与一个质子结合形成一个新的中子，并释放出一个中微子（一种既没有质量也没有电荷的高能粒子）。

[ðə; ði] ['prɑːses] [ɪn'kriːsɪz] [ðə; ði]['nuːtrɑːn] - [tuː; tə] - ['proʊtɑːn]['reɪʃioʊ][ʌv; əv][ðə; ði]['nuːkliəs] ;
The **process** **increases** **the** **neutron** **-** **to** **-** **proton** **ratio** **of** **the** **nucleus** **;**
这 过程 增加 这 中子 - 到 - 质子 比率 的 这 核 ;

该过程会增加原子核中的中子与质子的比例；

[ðə; ði] ['dɔ:tər] [hæz; həz][ðə; ði] [seɪm] [mæs] ['nʌmbər] [æz; əz][ðə; ði]['perənt] ,

the	daughter	has	the	same	mass	number	as	the	parent	,
这	女儿	有	这	相同的	大量的	数字	作为	这	父母	,

子代的质量数与母代相同。

[bʌt; bət][hæz; həz][æn; ən][ə'tɑ:mɪk]['nʌmbər] [wʌn] [les] [ðæn; ðən][ðə; ði]['perənt] .

but	has	an	atomic	number	one	less	than	the	parent	.
但	有	一个	原子	数字	一	较少的	比	这	父母	.

但它的原子序数比母体少 1。

[ðer; ðər][ɑ:r; ər] [θri:] ['sɪri:z] [baɪ] [wɪtʃ] ['nætʃ(ə)rəli][ˌreɪdioʊ'æktɪv]['nu:kliaɪ] [dɪ'keɪ] [tu:; tə]['steɪb(ə)l][wʌnz] :

There	are	three	series	by	which	naturally	radioactive	nuclei	decay	to	stable	ones	:
那里	是	三	系列	经过	哪个	自然	放射性	细胞核	衰变	到	稳定的	一个	:

天然放射性原子核衰变为稳定原子核的过程分为三个系列:

[ðə; ði][ju'reɪniəm] ['sɪri:z] , [ðə; ði] ['θɔ:riəm] ['sɪri:z] , [ænd; ənd][ðə; ði][æk'tɪniəm] ['sɪri:z] .

The	Uranium	Series	,	the	Thorium	Series	,	and	the	Actinium	Series	.
这	铀	系列	,	这	钍	系列	,	和	这	锕	系列	.

铀系、钍系和锕系。

[mæn] - [meɪd] [ˌreɪdioʊ'æktɪv]['nu:kliaɪ] [dɪ'keɪ] ['sɪmələrli] , [wɪð; wɪθ] ['bɪzməθ] [æz; əz][ðə; ði][end]['prɑ:dʌkt] ,

Man	-	made	radioactive	nuclei	decay	similarly	,	with	bismuth	as	the	end	product	,
男人	-	制成	放射性	细胞核	衰变	相似地	,	和	铋	作为	这	结尾	产品	,

['vaɪə][ðə; ði][nep'tju:niəmˌnep'tu:niəm] ['sɪri:z] .

via	the	Neptunium	Series	.
通过	这	镎	系列	.

人造放射性原子核的衰变过程类似，最终产物是铋，衰变过程遵循镎系。

[ði:z] [kæn; kən][bi:; bi] ['ɪləstreɪtɪd] [ɪn]['tæbjələr][fɔ:rm][ænd; ənd] [ˌdaɪəgrə'mætɪkli] .

These	can	be	illustrated	in	tabular	form	and	diagrammatically	.
这些	能	是	插图	在	表格	形式	和	图解	.

这些可以用表格和图表的形式来说明。

[ðə; ði][æk'tɪniəm] ['sɪri:z] ([ju'reɪniəm] - - ['sɪri:z]) , [fɔ:r; fər][ɪg'zæmp(ə)l] , ['proʊsi:dz] [laɪk] [ðɪs] : -

The	Actinium	Series	(	Uranium	-	235	Series	)	,	for	example	,	proceeds	like	this	:	54
这	锕	系列	(	铀	-	-	系列	)	,	为了	例子	,	收益	喜欢	这	:	-

例如，锕系（铀-235系）的排列顺序如下：54

[ðə; ði] [ju'reɪniəm] - - ['sɪri:z]

THE	URANIUM	-	235	SERIES
这	铀	-	-	系列

铀-235系列

['elɪmənt] ['sɪmb(ə)l][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n][ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd] [hæf] - [laɪf]

Element	Symbol	Radiation	Emitted	Half	-	life
元素	象征	辐射	发射	一半	-	生活

元素符号 辐射发射量 半衰期

[ju'reɪniəm] ^{235}U - ['sɛvən] . - × - ['jɪrz]

Uranium	^{235}U	α	7	.	13	×	10^{8}	years
铀	^{235}U	-	7	.	-	×	-	年

铀 ^{235}U α 7.13 × 10^{8} 年

['θɔ:riəm] ^{231}Th - - . [sɪks] ['aʊərz]

Thorium	^{231}Th	β	25	.	6	hours
钍	^{231}Th	-	-	.	6	小时

钍^{231}Th β 25.6 小时

[ˌproʊtæk'tɪniəm] ^{231}Pa - [θri:] . - × - ['jɪrz]

Protactinium	^{231}Pa	α	3	.	25	×	10^{4}	years
镤	^{231}Pa	-	3	.	-	×	-	年

镤 ^{231}Pa α 3.25 × 10^{4} 年

[æk'tɪniəm] [-]
Actinium [16]
锕 [-]

锕[16]

^{227}Ac - (- . [eɪt] %) [ænd; ənd] - ([wʌn] . [ˌtuːˈtuː] %) - . [ˌtuːˈtuː] ['jɪrz]
^{227}Ac β (98 . 8 %) and α (1 . 2 %) 21 . 2 years
^{227}Ac - (- . 8 %) 和 - (1 . 2 %) - . 2 年

^{227}Ac β (98.8%) 和 α (1.2%) 21.2 年

['θɔːriəm] ^{227}Th - - . - [deɪz]
Thorium ^{227}Th α 18 . 17 days
钍 ^{227}Th - - . - 天

钍^{227}Th α 18.17 天

['frænsiəm] ^{223}Fr - - ['mɪnɪts]
Francium ^{223}Fr β 22 minutes
钫 ^{223}Fr - - 分钟

钫 ^{223}Fr β 22 分钟

['reɪdiəm] ^{223}Ra - - . ['sɛvən] [deɪz]
Radium ^{223}Ra α 11 . 7 days
镭 ^{223}Ra - - . 7 天

镭^{223}Ra α 11.7天

['reɪdɑːn] ^{219}Rn - [fɔːr] . - ['sekəndz; sɪ'kɑːndz]
Radon ^{219}Rn α 4 . 0 seconds
氡 ^{219}Rn - 4 . - 秒

氡气 21^{9}Rn α 4.0 秒

[pə'loʊniəm] [-]
Polonium [16]
钋 [-]

钋[16]

^{215}Po - (~100 %) [ænd; ənd] - (~5 × 10^{-4} %) [wʌn] . - × 10^{-3} ['sekənd]
^{215}Po α (~100 %) and β (~5 × 10^{-4} %) 1 . 83 × 10^{-3} second
^{215}Po - (~100 %) 和 - (~5 × 10^{-4} %) 1 . - × 10^{-3} 第二

^{215}Po α (~100%) 和 β (~5 × 10^{-4}%) 1.83 × 10^{-3} 秒

[liːd] ^{211}Pb - - . [wʌn] ['mɪnɪts]
Lead ^{211}Pb β 36 . 1 minutes
带领 ^{211}Pb - - . 1 分钟

铅^{211}Pb β 36.1分钟

['æstətiːn] ^{215}At - ~10^{-4} ['sekənd]
Astatine ^{215}At α ~10^{-4} second
砹 ^{215}At - ~10^{-4} 第二

砹^{215}在α~10^{-4}秒

['bɪzməθ] [-] ^{211}Bi - (- . ['sɛvən] %) [ænd; ənd] - (- . [θriː] %) [ˌtuːˈtuː] . - ['mɪnɪts]
Bismuth [16] ^{211}Bi α (99 . 7 %) and β (0 . 3 %) 2 . 15 minutes
铋 [-] ^{211}Bi - (- . 7 %) 和 - (- . 3 %) 2 . - 分钟

铋[16] 211Bi α (99.7%) 和 β (0.3%) 2.15 分钟

[pə'loʊniəm] ^{211}Po - - . - ['sekənd]
Polonium ^{211}Po α 0 . 25 second
钋 ^{211}Po - - . - 第二

钋^{211}Po α 0.25 秒

['θæliəm] ^{207}Tl - [fɔːr] . - ['mɪnɪts]
Thallium ^{207}Tl β 4 . 78 minutes
铊 ^{207}Tl - 4 . - 分钟

铊 ^{207}Tl β 4.78 分钟

[liːd] ^{207}Pb — Stable55

Lead	^{207}Pb	—	Stable55
带领	^{207}Pb	—	Stable55

铅^{207}Pb — 稳定55

[ðə; ði][juˈreɪniəm] - - Series56

The	Uranium	-	235	Series56
这	铀	-	-	Series56

铀-235系列56

[ðə; ði][juˈreɪniəm] ([juˈreɪniəm] - -) [ˈsɪriːz] [ˈproʊsiːdz] [laɪk] [ðɪs] :

The	Uranium	(	Uranium	-	238	)	Series	proceeds	like	this	:
这	铀	(	铀	-	-	)	系列	收益	喜欢	这	:

铀（铀-238）系列的流程如下:

[ðə; ði] [juˈreɪniəm] - - [ˈsɪriːz]

THE	URANIUM	-	238	SERIES
这	铀	-	-	系列

铀-238系列

[ˈelɪmənt] [ˈsɪmb(ə)l][ˌreɪdiˈeɪʃ(ə)n] [hæf] - [laɪf]

Element	Symbol	Radiation	Half	-	life
元素	象征	辐射	一半	-	生活

元素符号 辐射 半衰期

[juˈreɪniəm]

Uranium
铀

铀

^{238}U - [fɔːr] . - × - [ˈjɪrz]

^{238}U	α	4	.	51	×	10^{9}	years
^{238}U	-	4	.	-	×	-	年

^{238}U α 4.51 × 10^{9} 年

[ˈθɔːriəm] ^{234}Th -

Thorium	^{234}Th	β
钍	^{234}Th	-

钍^{234}Th β

- . [wʌn] [deɪz]

24	.	1	days
-	.	1	天

24.1天

[ˌproʊtækˈtɪniəm] [-] ^{234}Pa -

Protactinium	[	17	]	^{234}Pa	β
镁	[	-	]	^{234}Pa	-

镁[17] ^{234}Pa β

[wʌn] . - [ˈmɪnɪts]

1	.	18	minutes
1	.	-	分钟

1.18分钟

[juˈreɪniəm] ^{234}U - [ˌtuːˈtuː] . - × - [ˈjɪrz]

Uranium	^{234}U	α	2	.	48	×	10^{5}	years
铀	^{234}U	-	2	.	-	×	-	年

铀 ^{234}U α 2.48 × 10^{5} 年

[ˈθɔːriəm] ^{230}Th - [ˈsɛvən] . [sɪks] × - [ˈjɪrz]

Thorium	^{230}Th	α	7	.	6	×	10^{4}	years
钍	^{230}Th	-	7	.	6	×	-	年

钍^{230}Th α 7.6 × 10^{4} 年

['reɪdiəm] ^{226}Ra - [wʌn] . - × - ['jɪrz]

Radium	**^{226}Ra**	**α**	**1**	**.**	**62**	**×**	**10^{3}**	**years**
镭	^{226}Ra	-	1	.	-	×	-	年

镭^{226}Ra α 1.62 × 10^{3} 年

['reɪdɑːn] ^{222}Rn - [θriː] . - [deɪz]

Radon	**^{222}Rn**	**α**	**3**	**.**	**82**	**days**
氡	^{222}Rn	-	3	.	-	天

氡^{222}Rn α 3.82 天

[pə'loʊniəm] [-] ^{218}Po - (- . - %) [ænd; ənd] - (- . - %) [θriː] . - ['mɪnɪts]

Polonium	**[**	**18**	**]**	**^{218}Po**	**α**	**(**	**99**	**.**	**98**	**%**	**)**	**and**	**β**	**(**	**0**	**.**	**02**	**%**	**)**	**3**	**.**	**05**	**minutes**
钋	[	-	]	^{218}Po	-	(	-	.	-	%	)	和	-	(	-	.	-	%	)	3	.	-	分钟

钋[18] ^{218}Po α (99.98%) 和 β (0.02%) 3.05 分钟

[liːd] ^{214}Pb - - . [eɪt] ['mɪnɪts]

Lead	**^{214}Pb**	**β**	**26**	**.**	**8**	**minutes**
带领	^{214}Pb	-	-	.	8	分钟

铅^{214}Pb β 26.8分钟

['æstətiːn] ^{218}At - [wʌn] . [θriː]['sekəndz; sɪ'kɑːndz]

Astatine	**^{218}At**	**α**	**1**	**.**	**3**	**seconds**
砹	^{218}At	-	1	.	3	秒

砹^{218}At α 1.3 秒

['bɪzməθ] [-] ^{214}Bi - (- . - %) [ænd; ənd] - (- . - %) - . ['sɛvən] ['mɪnɪts]

Bismuth	**[**	**18**	**]**	**^{214}Bi**	**β**	**(**	**99**	**.**	**96**	**%**	**)**	**and**	**α**	**(**	**0**	**.**	**04**	**%**	**)**	**19**	**.**	**7**	**minutes**
铋	[	-	]	^{214}Bi	-	(	-	.	-	%	)	和	-	(	-	.	-	%	)	-	.	7	分钟

铋[18] 21^{4}Bi β (99.96%) 和 α (0.04%) 19.7 分钟

[pə'loʊniəm] ^{214}Po - [wʌn] . [sɪks] × 10^{-4} ['sekənd]

Polonium	**^{214}Po**	**α**	**1**	**.**	**6**	**×**	**10^{-4}**	**second**
钋	^{214}Po	-	1	.	6	×	10^{-4}	第二

钋^{214}Po α 1.6 × 10^{-4} 秒

['θæliəm] ^{210}Tl - [wʌn] . - ['mɪnɪts]

Thallium	**^{210}Tl**	**β**	**1**	**.**	**32**	**minutes**
铊	^{210}Tl	-	1	.	-	分钟

铊 21^{0}Tl β 1.32 分钟

[liːd] ^{210}Pb - - ['jɪrz]

Lead	**^{210}Pb**	**β**	**22**	**years**
带领	^{210}Pb	-	-	年

铅^{210}Pbβ 22年

['bɪzməθ] [-] ^{210}Bi - (~100 %) [ænd; ənd] - (~2 × 10^{-4} %) [faɪv] . - [deɪz]

Bismuth	**[**	**18**	**]**	**^{210}Bi**	**β**	**(**	**~100**	**%**	**)**	**and**	**α**	**(**	**~2**	**×**	**10^{-4}**	**%**	**)**	**5**	**.**	**0**	**days**
铋	[	-	]	^{210}Bi	-	(	~100	%	)	和	-	(	~2	×	10^{-4}	%	)	5	.	-	天

铋[18] 21^{0}Bi β (~100%) 和 α (~2 × 10^{-4}%) 5.0 天

[pə'loʊniəm] ^{210}Po - - . [fɔːr] [deɪz]

Polonium	**^{210}Po**	**α**	**138**	**.**	**4**	**days**
钋	^{210}Po	-	-	.	4	天

钋^{210}Po α 138.4 天

['θæliəm] ^{206}Tl - [fɔːr] . - ['mɪnɪts]

Thallium	**^{206}Tl**	**β**	**4**	**.**	**30**	**minutes**
铊	^{206}Tl	-	4	.	-	分钟

铊 ^{206}Tl β 4.30 分钟

[liːd] ^{206}Pb . . .

Lead	**^{206}Pb**	**.**	**.**	**.**
带领	^{206}Pb	.	.	.

铅^{206}Pb...

Stable57
Stable57
Stable57

稳定57

[ðə; ði][juˈreɪniəm] - - Series58
The Uranium - 238 Series58
这 铀 - - Series58

铀-238系列58

[səˈdʒestɪd] [ˈrefrənsɪz]
SUGGESTED REFERENCES
建议 参考

建议参考文献

[bʊks]
Books
图书

图书

[haʊ] [oʊld][ɪz][ðə; ði] [ɜːrθ] ? , [ˈpætrɪk] [em] . [ˈhɜːrli] , [ˈdʌbəlˌdeɪ] & [ˈkʌmpəni] , [ɪŋk] . , [ˈgɑːrdn] [ˈsɪti] ,
How Old Is the Earth ? , Patrick M . Hurley , Doubleday & Company , Inc . , Garden City ,
如何 老的 是 这 地球 ? , 帕特里克 M . 赫尔利 , 双日 & 公司 , 公司 . , 花园 城市 ,

地球有多老？，帕特里克·M·赫尔利著，道布尔戴出版社，花园城

[nuː] [jɔːk] , - , - [piːˈpiː] . , $1 . - .
New York , 1959 , 160 pp . , $1 . 25 .
新的 约克 , - , - pp . , $1 . - .

纽约，1959 年，160 页，1.25 美元。

[ˌreɪdioʊˈkɑːrbən] [ˈdeɪtɪŋ] ([ˈsekənd] [ɪˈdɪʃn]) , [ˈwiləd] [ef] . [ˈlɪbi] , [ˌjuːnɪˈvɜːrsəti][ʌv; əv][ʃɪˈkɑːgoʊ] [pres] ,
Radiocarbon Dating (second edition) , Willard F . Libby , University of Chicago Press ,
放射性碳 约会 (第二 版) , 威拉德 F . 莉比 , 大学 的 芝加哥 按 ,
[ʃɪˈkɑːgoʊ] , [ˌɪləˈnɔɪ] ,
Chicago , Illinois ,
芝加哥 , 伊利诺伊州 ,

放射性碳定年法（第二版），威拉德·F·利比著，芝加哥大学出版社，伊利诺伊州芝加哥市

- , - [piːˈpiː] . , $5 . - ([ˈhɑːrdbæk]) ; $1 . - ([ˈpeɪpərbæk]) .
1955 , 175 pp . , $5 . 00 (hardback) ; $1 . 95 (paperback) .
- , - pp . , $5 . - (精装) ; $1 . - (平装) .

1955 年，175 页，5.00 美元（精装本）；1.95 美元（平装本）。

[ðə; ði][bɜːrθ][ænd; ənd] [deθ] [ʌv; əv][ðə; ði][sʌn] , [dʒɔːrdʒ] [ˈgæmaʊ] , [ðə; ði][ˈvaɪkɪŋ] [pres] , [nuː] [jɔːk] ,
The Birth and Death of the Sun , George Gamow , The Viking Press , New York ,
这 出生 和 死亡 的 这 太阳 , 乔治 加莫 , 这 维京人 按 , 新的 约克 ,

《太阳的诞生与死亡》，乔治·伽莫夫著，维京出版社，纽约

- , - [piːˈpiː] . , $4 . - ([aʊt][ʌv; əv][prɪnt][bʌt; bət][əˈveɪləb(ə)l] [θruː] [ˈlaɪbrɛˌriːz]) ,
1949 , 238 pp . , $4 . 75 (out of print but available through libraries) ,
- , - pp . , $4 . - (出去 的 打印 但 可用的 通过 图书馆) ,

1949年，238页，4.75美元（已绝版，但可通过图书馆借阅），

$0 . - ([ˈpeɪpərbæk]) [frʌm; frəm][ðə; ði] [nuː] [əˈmerɪkən] [ˈlaɪbreri][ʌv; əv][wɜːrld]
$0 . 60 (paperback) from the New American Library of World
$0 . - (平装) 从 这 新的 美国人 图书馆 的 世界
[ˈlɪtərətʃʊr; ˈlɪtrətʃər; ˈlɪtrətʃʊr] , [ɪŋk] . , [nuː] [jɔːk] .
Literature , Inc . , New York .
文学 , 公司 . , 新的 约克 .

纽约新美国世界文学图书馆公司出版，售价 0.60 美元（平装本）。

[ˌɪn'saɪd][ðə; ði] ['nuːkliəs] , ['ɜːrvɪŋ] ['ædlə] , [ðə; ði][dʒɑːn] [deɪ] ['kʌmpəni] , [ɪŋk] . , [nuː] [jɔːk] , - ,
Inside the Nucleus , Irving Adler , The John Day Company , Inc . , New York , 1963 ,
里面 这 核 , 欧文 阿德勒 , 这 约翰 天 公司 , 公司 . , 新的 约克 , - ,

《核心内部》，欧文·阿德勒著，约翰·戴公司，纽约，1963年

- [piː'piː] . , $4 . - (['hɑːrdbæk]) ; $0 . - (['peɪpərbæk]) [frʌm; frəm][ðə; ði] [nuː] [ə'merɪkən]
191 pp . , $4 . 95 (hardback) ; $0 . 60 (paperback) from the New American
- pp . , $4 . - (精装) ; $0 . - (平装) 从 这 新的 美国人
['laɪbreri] [ʌv; əv] [wɜːrld] ['lɪtərətʃʊr; 'lɪtrətʃər; 'lɪtrətʃʊr] , [ɪŋk] . , [nuː] [jɔːk] .
Library of World Literature , Inc . , New York .
图书馆 的 世界 文学 , 公司 . , 新的 约克 .

191 页，精装本 4.95 美元；平装本 0.60 美元，纽约新美国世界文学图书馆出版。

['eɪdʒɪz][ʌv; əv] ['rɑːks] , [p'lænɪts] , [ænd; ənd][stɑːrz] , ['henri] ['fɔl] , [mə'grɔ] - [hɪl] [bʊk] ['kʌmpəni] ,
Ages of Rocks , Planets , and Stars , Henry Faul , McGraw - Hill Book Company ,
年龄 的 岩石 , 行星 , 和 星星 , 亨利 福尔 , 麦格劳 - 爬坡道 书 公司 ,
[nuː] [jɔːk] , - , - [piː'piː] . , $2 . - .
New York , 1966 , 109 pp . , $2 . 45 .
新的 约克 , - , - pp . , $2 . - .

《岩石、行星和恒星的年龄》，亨利·福尔著，麦格劳-希尔图书公司，纽约，1966 年，109 页，2.45 美元。

['prɪnsəp(ə)lz][ʌv; əv] [ˌdʒiːoʊ'kemɪstri] (['sekənd] [ɪ'dɪʃn]) , ['braɪən]['meɪs(ə)n] , [dʒɑːn] ['waɪli] & [sʌnz] , [ɪŋk] .
Principles of Geochemistry (second edition) , Brian Mason , John Wiley & Sons , Inc .
原则 的 地球化学 (第二 版) , 布莱恩 石匠 , 约翰 威利 & 儿子们 , 公司 .
, [nuː] [jɔːk] ,
, New York ,
, 新的 约克 ,

地球化学原理（第二版），布莱恩·梅森著，约翰·威利父子出版公司，纽约

- , - [piː'piː] . , $7 . - .
1958 , 310 pp . , $7 . 50 .
- , - pp . , $7 . - .

1958 年，310 页，7.50 美元。

([nuː] [ɪ'dɪʃn] [duː] [ɪn] - .)
(New edition due in 1967 .)
(新的 版 到期的 在 - .)

（新版将于1967年出版。）

[pə'tæsiəm] ['ɑːrgɑːn] ['deɪtɪŋ] , [dʒeɪ] . [eɪtʃ] . [zɑːrɪŋɚ] [ænd; ənd][oʊ] . [ə; eɪ] . ['ʃɛfɚ] , ['sprɪŋər] -
Potassium Argon Dating , J . H . Zahringer and O . A . Schaeffer , Springer -
钾 氩气 约会 , J . H . 扎林格 和 哦 . 一个 . 谢弗 , 施普林格 -
['vɚːlæg] [nuː] [jɔːk] ,
Verlag New York ,
出版社 新的 约克 ,

钾氩测年法，JH Zahringer 和 OA Schaeffer，Springer-Verlag New York，

[ɪŋk] . , [nuː] [jɔːk] , - , - [piː'piː] . , $12 . - .
Inc . , New York , 1966 , 250 pp . , $12 . 50 .
公司 . , 新的 约克 , - , - pp . , $12 . - .

Inc.，纽约，1966 年，250 页，12.50 美元。

['ɑːrtɪk(ə)lz]
Articles
文章

文章

[ə; eɪ] [klɑːk] [fɔːr; fər][ðə; ði]['eɪdʒɪz] : [pə'tæsiəm] ['ɑːrgɑːn] , - [eɪtʃ] . ['kɜːrtɪs] , ['næʃ(ə)nəl] [ˌdʒiːə'græfɪk]
A Clock for the Ages : Potassium Argon , Garniss H . Curtis , National Geographic
一个 钟 为了 这 年龄 : 钾 氩气 , - H . 柯蒂斯 , 国家的 地理
['mægəziːn] , - : - ([ɑːk'toʊbər] -) .
Magazine , 120 : 590 (October 1961) .
杂志 , - : - (十月 -) .

永恒的时钟：钾氩，加尼斯·H·柯蒂斯，《国家地理杂志》，120：590（1961 年 10 月）。

[ɪk'splɔːrɪŋ] [wʌn] , - , - ['jɪrz] ['ɪntuː]['mænz][pæst] , [el] . [es] . [biː] . ['liːki] , ['næʃ(ə)nəl] [ˌdʒiːə'græfɪk]
Exploring 1 , 750 , 000 Years into Man's Past , L . S . B . Leakey , National Geographic
探索 1 , - , - 年 进入 男人的 过去的 , L . S . B . 利基 , 国家的 地理
['mægəziːn] ,
Magazine ,
杂志 ,

探索人类175万年的历史，LSB Leakey，《国家地理》杂志

- : - ([ɑːk'toʊbər] -) .
120 : 564 (October 1961) .
- : - (十月 -) .

120: 564（1961 年 10 月）。

[faɪv] - ['bɪljən] - [jɪr] [klɑːk] , ['pætrɪk] [em] . ['hɜːrli] , ['sætərdeɪ] ['iːvnɪŋ] [poʊst] , - : - ([mɑːrtʃ] -
Five - Billion - Year Clock , Patrick M . Hurley , Saturday Evening Post , 234 : 26 (March 18
五 - 十亿 - 年 钟 , 帕特里克 M . 赫尔利 , 周六 晚上 邮政 , - : - (行进 -
, -) .
, 1961) .
, -) .

五十亿年时钟，帕特里克·M·赫尔利，《星期六晚邮报》，234：26（1961 年 3 月 18 日）。

[ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk] [taɪm] [skeɪl] , [dʒeɪ] . ['lɔːrəns] ['kʌlp] , ['saɪəns] , - : - (['eɪprəl] - , -) .
Geologic Time Scale , J . Laurence Kulp , Science , 133 : 1105 (April 14 , 1961) .
地质 时间 规模 , J . 劳伦斯 库尔普 , 科学 , - : - (四月 - , -) .

地质年代尺度，J. Laurence Kulp，《科学》，133：1105（1961 年 4 月 14 日）。

[dʒi'ɑːlədʒi] , ['redʒɪnəld][ə; eɪ] . ['deɪli] , [ˌsaɪən'tɪfɪk] [ə'merɪkən] , - : - ([sep'tembər] -) .
Geology , Reginald A . Daly , Scientific American , 183 : 36 (September 1950) .
地质学 , 雷金纳德 一个 . 戴利 , 科学 美国人 , - : - (九月 -) .

地质学，雷金纳德·A·戴利，《科学美国人》，183：36（1950 年 9 月）。

[træks] [ʌv; əv] [tʃɑːrdʒd] ['pɑːrtɪk(ə)lz][ɪn]['sɑːlədz] , [ɑːr] . [el] . ['flaɪʃɚ] , [piː] . [biː] . [praɪs] , [ænd; ənd][ɑːr] .
Tracks of Charged Particles in Solids , R . L . Fleischer , P . B . Price , and R .
轨道 的 带电 颗粒 在 固体 , 拉 . L . 弗莱舍 , P . B . 价格 , 和 拉 .
[em] . ['wɔːkər] ,
M . Walker ,
M . 沃克 ,

固体中带电粒子的径迹，RL Fleischer、PB Price 和 RM Walker，

['saɪəns] , - : - ([dʒʊ'laɪ] - , -) .
Science , 149 : 383 (July 23 , 1965) .
科学 , - : - (七月 - , -) .

科学，149：383（1965 年 7 月 23 日）。

[haʊ] [oʊld][ɪz][ˌaɪ 'tiː] ? , ['laɪmən][dʒeɪ] . ['brɪgz] [ænd; ənd] ['kenɪθ] [ef] . ['wiːvər] , ['næʃ(ə)nəl] [ˌdʒiːə'græfɪk]
How Old Is It ? , Lyman J . Briggs and Kenneth F . Weaver , National Geographic
如何 老的 是 它 ? , 莱曼 J . 布里格斯 和 肯尼斯 F . 织工 , 国家的 地理
['mægəziːn] ,
Magazine ,
杂志 ,

《它有多老？》，莱曼·J·布里格斯和肯尼斯·F·韦弗，《国家地理》杂志

- : - (['ɔ:gəst] -) .
114 : 234 (August 1958) .
- : - (八月 -) .

114: 234（1958 年 8 月）。

['mu:vɪŋ] ['pɪktʃər] [ʌv; əv][ðə; ði][læst][aɪs][eɪdʒ] , ['ritʃəd] ['fɑ:stər] [flɪnt] , ['nætʃ(ə)rəl]['hɪstri; 'hɪstəri] , - :
Moving Picture of the Last Ice Age , Richard Foster Flint , Natural History , 66 :
移动 图片 的 这 最后的 冰 年龄 , 理查德 促进 燧石 , 自然的 历史 , - :
- (['eɪprəl] -) .
188 (April 1957) .
- (四月 -) .

理查德·福斯特·弗林特，《上一个冰河时代的动态影像》，《自然史》，66：188（1957 年 4 月）。

['mɑ:dərn] ['meθədz] [fɔ:r; fər] ['meʒərmənt] [ʌv; əv][ˌdʒi:ə'lɑ:dʒɪk] [taɪm] , [i:] . [dʒeɪ] . ['zɛlɚ] , ['mɪnərəl]
Modern Methods for Measurement of Geologic Time , E . J . Zeller , Mineral
现代的 方法 为了 测量 的 地质 时间 , E . J . 泽勒 , 矿物
[ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n] ['sɜ:rvɪs] , - : [naɪn] (['dʒænjueri] -) .
Information Service , 18 : 9 (January 1965) .
信息 服务 , - : 9 (一月 -) .

现代地质时间测量方法，EJ Zeller，矿物信息服务，18: 9（1965 年 1 月）。

['sɪŋg(ə)l] ['kɑ:piz] [ɑ:r; ər] $0 . - [frʌm; frəm][dɪ'vɪʒ(ə)n][ʌv; əv] [maɪnz] [ænd; ənd][dʒi'ɑ:lədʒi] , ['feri] - ['bɪldɪŋ]
Single copies are $0 . 10 from Division of Mines and Geology , Ferry - Building
单身的 副本 是 $0 . - 从 分配 的 矿山 和 地质学 , 渡船 - 建筑
, [sæn][frən'sɪskoʊ] , [ˌkælə'fɔ:rniə] - .
, San Francisco , California 94111 .
, 圣 弗朗西斯科 , 加利福尼亚州 - .

单份售价 0.10 美元，可从加利福尼亚州旧金山渡轮大厦矿业地质局购买，邮编 94111。

['flu:tɪd] [prə'dʒekt(ə)l] [pɔɪnts] : [ðer; ðər][eɪdʒ][ænd; ənd] [dɪ'spɜ:rʒn] , [si:] . [væns] [heinz] , ['dʒunjɚ] . ,
Fluted Projectile Points : Their Age and Dispersion , C . Vance Haynes , Jr . ,
凹槽 弹丸 积分 : 他们的 年龄 和 分散 , C . 万斯 海恩斯 , 小 . ,
['saɪəns] , - : - ([sep'tembər] - , -) .
Science , 145 : 1408 (September 25 , 1964) .
科学 , - : - (九月 - , -) .

带凹槽的投射点：它们的年代和分布，C. Vance Haynes, Jr.，《科学》，145：1408（1964 年 9 月 25 日）。

[ʌn'rævəlɪŋ] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv] [ɜ:rθ] [ænd; ənd][mæn] , [i:] . [el] . ['saɪmənz] , ['nætʃ(ə)rəl]['hɪstri; 'hɪstəri] , - :
Unraveling the Age of Earth and Man , E . L . Simons , Natural History , 76 :
解体 这 年龄 的 地球 和 男人 , E . L . 西蒙斯 , 自然的 历史 , - :
- (['februeri] -) . -
52 (February 1967) . 59
- (二月 -) . -

《揭开地球与人类的年龄》，EL Simons，《自然史》，76：52（1967年2月）。59

[ˌreɪdioʊ'kɑ:rbən] ['deɪtɪŋ] [ænd; ənd] [ˌɑ:rki'ɑ:lədʒi] [ɪn] [nɔ:rθ] [ə'merɪkə] , [ef] . ['dʒɑ:nsən] , ['saɪəns] , - :
Radiocarbon Dating and Archeology in North America , F . Johnson , Science , 155 :
放射性碳 约会 和 考古学 在 北 美国 , F . 约翰逊 , 科学 , - :
- (['dʒænjueri] - , -) .
165 (January 13 , 1967) .
- (一月 - , -) .

北美放射性碳年代测定与考古学，F. Johnson，《科学》，155：165（1967 年 1 月 13 日）。

['fɪʒ(ə)n] - [træk] ['deɪtɪŋ] [ʌv; əv][bed][aɪ] , ['oʊldəˌvaɪ][gɔ:rdʒ] , [ɑ:r] . [el] . ['flaɪʃɚ] [ænd; ənd] ['ʌðər] ,
Fission - track Dating of Bed I , Olduvai Gorge , R . L . Fleischer and others ,
裂变 - 追踪 约会 的 床 我 , 奥杜瓦伊河 峡谷 , 拉 . L . 弗莱舍 和 其他的 ,
['saɪəns] ,
Science ,
科学 ,

奥杜威峡谷第一层岩层的裂变径迹测年，RL Fleischer 等人，《科学》杂志

- : - (['eɪprəl][ˌtuː'tuː] , -) .
146 : 72 (April 2 , 1965) .
- : - (四月 2 , -) .

146: 72（1965 年 4 月 2 日）。

[liːd] ['aɪsəˌtoʊps][ænd; ənd][ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði] [ɜːrθ] , [dʒiː] . [ɑːr] . ['tɪltən] [ænd; ənd][ɑːr] . [eɪtʃ] .
Lead Isotopes and the Age of the Earth , G . R . Tilton and R . H .
带领 同位素 和 这 年龄 的 这 地球 , G . 拉 . 蒂尔顿 和 拉 . H .
['staɪgɚ] ,
Steiger ,
施泰格 ,

铅同位素与地球年龄，GR Tilton 和 RH Steiger，

['saɪəns] , - : - ([dɪ'sembər] - , -) .
Science , 150 : 1805 (December 31 , 1965) .
科学 , - : - (十二月 - , -) .

科学，150：1805（1965 年 12 月 31 日）。

['strɑːntiəmˌ'strɑːnʃiəm] - [ruː'bɪdiəm] [eɪdʒ][ʌv; əv][æn; ən]['aɪərn] ['miːtiəraɪt] , [dʒiː] . [dʒeɪ] . ['wɑːsərˌbɜːrg]
Strontium - Rubidium Age of an Iron Meteorite , G . J . Wasserburg
锶 - 铷 年龄 的 一个 铁 陨石 , G . J . 瓦瑟堡
[ænd; ənd] ['ʌðər] , ['saɪəns] , - : - ([dɪ'sembər] - , -) . -
and others , Science , 150 : 1814 (December 31 , 1965) . 60
和 其他的 , 科学 , - : - (十二月 - , -) . -

铁陨石的锶-铷年龄，GJ Wasserburg 等人，《科学》，150：1814（1965 年 12 月 31 日）。60

[ðə; ði] ['kʌvər]
THE COVER
这 覆盖

封面

[juː] . [es] . [ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk(ə)l] ['sɜːrveɪ] ['saɪəntɪsts] [prɪ'per] [ə'setəliːn] [gæs] , [meɪd] [frʌm; frəm][ðə; ði]['kɑːrbən]
U . S . Geological Survey scientists prepare acetylene gas , made from the carbon
U . S . 地质 民意调查 科学家 准备 乙炔 气体 , 制成 从 这 碳
- - [ɪn][ə; eɪ][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk(ə)l] ['spesɪmən] ,
- 14 in a geological specimen ,
- - 在 一个 地质 标本 ,

美国地质调查局的科学家们正在制备乙炔气体，这种气体是由地质标本中的碳-14制成的。

[ɪn][ə; eɪ]['vækjuːm][laɪn] .
in a vacuum line .
在 一个 真空 线 .

在真空管路中。

[ðɪs] [gæs] [wɪl] [biː; bi] [fed] ['ɪntuː][ə; eɪ] [prə'pɔːrʃən(ə)l] ['kaʊntər] [tuː; tə] [dɪ'tɜːrmɪn] [ðə; ði][eɪdʒ][ʌv; əv][ðə; ði]
This gas will be fed into a proportional counter to determine the age of the
这 气体 将要 是 美联储 进入 一个 比例 柜台 到 决定 这 年龄 的 这
['spesɪmən] [baɪ][ɪts] ^{14}C [kaʊnt] .
specimen by its ^{14}C count .
标本 经过 它是 ^{14}C 数数 .

该气体将被送入比例计数器，通过其 ^{14}C 计数来确定样本的年龄。

([siː] “ ['kɑːrbən] - - [kaʊntɪŋ] ” [bɪ'gɪnɪŋ] [ɑːn][peɪdʒ] - .)
(See “ Carbon - 14 Counting ” beginning on page 12 .)
(看 “ 碳 - - 计数 ” 开始 在 页 - .)

（参见第 12 页开始的“碳-14 计数”。）

[ðə; ði] ['ɔːθər]
THE AUTHOR
这 作者

作者

[ˌdʒiːoʊˈfɪzɪsɪst] ['henri] ['fɔl] , [æn; ən] [ə'θɔːrəti] [ɑːn]['nuːkliər] ['deɪtɪŋ] ,

Geophysicist	**Henry**	**Faul**	**,**	**an**	**authority**	**on**	**nuclear**	**dating**	**,**
地球物理学家	亨利	福尔	,	一个	权威	在	核	约会	,

地球物理学家亨利·福尔是核测年法领域的权威，

[ɪz] [prə'fesər] [ʌv; əv][ˌdʒiːoʊˈfɪzɪks][ænd; ənd] ['tʃermən] [ʌv; əv][ðə; ði] [dɪ'pɑːrtmənt] [ʌv; əv][dʒi'ɑːlədʒi][æt; ət]

is	**professor**	**of**	**Geophysics**	**and**	**chairman**	**of**	**the**	**Department**	**of**	**Geology**	**at**
是	教授	的	地球物理学	和	主席	的	这	部门	的	地质学	在

[ðə; ði][ˌjuːnɪ'vɜːrsəti][ʌv; əv] [ˌpensl'veɪniə] , [ˌfɪlə'delfɪr] .

the	**University**	**of**	**Pennsylvania**	**,**	**Philadelphia**	**.**
这	大学	的	宾夕法尼亚州	,	费城	.

他是宾夕法尼亚大学地球物理学教授兼地质系主任。

[hiː; hi][hoʊldz][ə; eɪ]['dɑːktərəl] [dɪ'griː] [frʌm; frəm][ðə; ði] [ˌmæsə'tʃuːsɪts] ['ɪnstɪtuːt] [ʌv; əv] [tek'nɑːlədʒi] ,

He	**holds**	**a**	**doctoral**	**degree**	**from**	**the**	**Massachusetts**	**Institute**	**of**	**Technology**	**,**
他	持有	一个	博士	程度	从	这	马萨诸塞州	研究所	的	技术	,

他拥有麻省理工学院的博士学位。

[ænd; ənd][hæz; həz] [tɔːt] [æt; ət][ðə; ði][ˌjuːnɪ'vɜː(r)sətiz][ʌv; əv]['stæsbəːg; 'strɑːz-][ænd; ənd][bəːn][ɪn]

and	**has**	**taught**	**at**	**the**	**Universities**	**of**	**Strasbourg**	**and**	**Bern**	**in**
和	有	教授	在	这	大学	的	斯特拉斯堡	和	伯尔尼	在

['jʊrəp] .

Europe	**.**
欧洲	.

他曾在欧洲的斯特拉斯堡大学和伯尔尼大学任教。

['draɪv, 'dɑːktɚ] . ['fɔl] [wʌz; wəz][ə; eɪ] [ˌdʒiːoʊˈfɪzɪsɪst] [wɪð; wɪθ][ðə; ði] [mən'hætən] ['prɑːdʒekt; prə'dʒekt] ['dʊrɪŋ]

Dr	**.**	**Faul**	**was**	**a**	**geophysicist**	**with**	**the**	**Manhattan**	**Project**	**during**
博士	.	福尔	曾是	一个	地球物理学家	和	这	曼哈顿	项目	期间

[wɜːrld][wɔːr][iː] ,

World	**War**	**II**	**,**
世界	战争	二	,

福尔博士是二战期间曼哈顿计划的地球物理学家。

[ænd; ənd][wʌz; wəz] ['fɔːrmərli] [tʃiːf] [ʌv; əv][ðə; ði][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n] ['læbrətɔːri] , [juː] . [es] . [ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk(ə)l]

and	**was**	**formerly**	**chief**	**of**	**the**	**Radiation**	**Laboratory**	**,**	**U**	**.**	**S**	**.**	**Geological**
和	曾是	以前	首席	的	这	辐射	实验室	,	U	.	S	.	地质

['sɜːrveɪ] , ['denvər] , [ˌkɑːlə'rædoʊ; ˌkɑːlə'rɑːdoʊ] .

Survey	**,**	**Denver**	**,**	**Colorado**	**.**
民意调查	,	丹佛	,	科罗拉多州	.

他曾任美国地质调查局（位于科罗拉多州丹佛市）辐射实验室主任。

[fɔːr; fər] ['meni] ['jɪrz] [hiː; hi][wʌz; wəz] [ɪn'geɪdʒd] [ɪn][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk(ə)l][eɪdʒ][dɪˌtɜːrmɪ'neɪʃ(ə)n][wɜːrk][wɪð; wɪθ]

For	**many**	**years**	**he**	**was**	**engaged**	**in**	**geological**	**age**	**determination**	**work**	**with**
为了	许多	年	他	曾是	已订婚的	在	地质	年龄	决心	工作	和

[ðə; ði][ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk(ə)l]['sɜːrveɪ][ænd; ənd][ðə; ði] ['kɑːrnəgi] [ˌɪnstɪ'tuːʃ(ə)n][ʌv; əv] ['wɑːʃɪŋtən] [ɪn] ['wɑːʃɪŋtən]

the	**Geological**	**Survey**	**and**	**the**	**Carnegie**	**Institution**	**of**	**Washington**	**in**	**Washington**
这	地质	民意调查	和	这	卡内基	机构	的	华盛顿	在	华盛顿

,

,

,

多年来，他一直在华盛顿的地质调查局和卡内基科学研究所从事地质年代测定工作。

[diː] . [siː] . -

D	**.**	**C**	**.**	**61**
D	.	C	.	-

DC61

['foʊtoʊ] ['kredɪts]

PHOTO	**CREDITS**
照片	学分

图片来源

['frʌntɪspiːs]	['kɜːrtəsi]	[ˌænθrə'pɑːlədʒi]	[dɪ'pɑːrtmənt]	,	['sʌðərn]	['meθədɪst]	[ˌjuːnɪ'vɜːrsəti]	(	[ˌɛsˌɛm'juː]	)
Frontispiece	**courtesy**	**Anthropology**	**Department**	**,**	**Southern**	**Methodist**	**University**	**(**	**SMU**	**)**
卷首插图	礼貌	人类学	部门	,	南方	卫理公会	大学	(	smu	)

卷首插图由南方卫理公会大学（SMU）人类学系提供。

['kʌvər]	['foʊtoʊ]	['kɜːrtəsi]	[juː]	.	[es]	.	[ˌdʒiːə'lɑːdʒɪk(ə)l]	['sɜːrveɪ]	(	['juːˈɛsˌdʒiːˈɛs]	)
Cover	**photo**	**courtesy**	**U**	**.**	**S**	**.**	**Geological**	**Survey**	**(**	**USGS**	**)**
覆盖	照片	礼貌	U	.	S	.	地质	民意调查	(	美国地质调查局	)

封面照片由美国地质调查局（USGS）提供

[peɪdʒ]
Page
页

页

- ['juːˈɛsˌdʒiːˈɛs]

11	**USGS**
-	美国地质调查局

11 美国地质调查局

- ['juːˈɛsˌdʒiːˈɛs]

12	**USGS**
-	美国地质调查局

12 美国地质调查局

- , - , - ['wiləd] [ef] . ['lɪbi]

14	**,**	**16**	**,**	**17**	**Willard**	**F**	**.**	**Libby**
-	,	-	,	-	威拉德	F	.	莉比

14、16、17 威拉德·F·利比

- [ˌjuːnɪ'vɜːrsəti][ʌv; əv][ˌærɪ'zoʊnə]

18	**University**	**of**	**Arizona**
-	大学	的	亚利桑那

18 亚利桑那大学

- [ˌmæsə'tʃuːsɪts] ['ɪnstɪtuːt] [ʌv; əv] [tek'nɑːlədʒi]

21	**Massachusetts**	**Institute**	**of**	**Technology**
-	马萨诸塞州	研究所	的	技术

21 麻省理工学院

- ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] ['riːsɜːrtʃ] ['sentər] [ʌv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]

22	**Graduate**	**Research**	**Center**	**of**	**the**	**Southwest**
-	毕业	研究	中心	的	这	西南

西南研究生研究中心 22

- ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] ['riːsɜːrtʃ] ['sentər] [ʌv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]

23	**Graduate**	**Research**	**Center**	**of**	**the**	**Southwest**
-	毕业	研究	中心	的	这	西南

西南研究生研究中心 23

- ['rɑːbərt][el] . ['flaɪʃɝ]

25	**Robert**	**L**	**.**	**Fleischer**
-	罗伯特	L	.	弗莱舍

25 罗伯特·L·弗莱舍

- ['pɝːkɪn] - ['elmər][ˌkɔːrpə'reɪʃ(ə)n]

26	**Perkin**	**-**	**Elmer**	**Corporation**
-	珀金	-	埃尔默	公司

26 珀金埃尔默公司

- [ˌjuːnɪ'vɜːrsəti][ʌv; əv] ['teksəs]

30	**University**	**of**	**Texas**
-	大学	的	德克萨斯州

30 德克萨斯大学

- ['grædʒuət; 'grædʒu,eɪt] ['riːsɜːrtʃ] ['sentər] [ʌv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]
32 Graduate Research Center of the Southwest
- 毕业 研究 中心 的 这 西南

西南研究生研究中心 32

- [ˌmæsə'tʃuːsɪts] ['ɪnstɪtuːt] [ʌv; əv] [tek'nɑːlədʒi]
36 Massachusetts Institute of Technology
- 马萨诸塞州 研究所 的 技术

36 麻省理工学院

- ['di'i'es] ['bɑːrtlət] , ['ɑːmɔnd] ['denis] [prə'dʌkʃənz]
40 Des Bartlett , Armand Denis Productions
- 德斯 巴特利特 , 阿曼德 丹尼斯 作品

40 德斯·巴特利特，阿曼德·丹尼斯制作公司

- [ˌænθrə'pɑːlədʒi] [dɪ'pɑːrtmənt] , [ˌɛsˌɛm'juː]
43 Anthropology Department , SMU
- 人类学 部门 , smu

43 新加坡管理大学人类学系

- ['juː'ɛsˌdʒiː'ɛs]
44 USGS
- 美国地质调查局

44 美国地质调查局

- ['juː'ɛsˌdʒiː'ɛs]
47 USGS
- 美国地质调查局

47 美国地质调查局

- ['ɔθɜ-z] ['foʊtoʊ] ['kɜːrtəsi] ['grædʒuət; 'grædʒuˌeɪt] ['riːsɜːrtʃ] ['sentər] [ʌv; əv][ðə; ði] [ˌsaʊθ'west]
59 Author's photo courtesy Graduate Research Center of the Southwest
- 作者的 照片 礼貌 毕业 研究 中心 的 这 西南

59 作者照片由西南研究生研究中心提供

['futnəuts]
Footnotes
脚注

脚注

[[wʌn]] [wɜːrdz] [ə'piəriŋ] [ɪn] [smɔːl] ['kæpɪt(ə)l] ['letərz] [ɑːr; ər] [dɪ'faɪnd] [ɪn][ðə; ði] ['glɑːsəri] [bɪ'gɪnɪŋ]
[1] Words appearing in SMALL CAPITAL LETTERS are defined in the Glossary beginning
[1] 字 出现 在 小的 首都 信件 是 定义 在 这 词汇表 开始
[ɑːn][peɪdʒ] - .
on page 49 .
在 页 - .

[1]以小写字母出现的单词在第 49 页开始的词汇表中定义。

[[ˌtuː'tuː]] [ðə; ði] ['prɑːses] [ʌv; əv]['nætʃ(ə)rəl][ˌreɪdioʊ'æktɪv] [dɪ'keɪ] [ɪz] [dɪ'skraɪbd] [ɪn][ðə; ði] [ə'pendɪks]
[2] The process of natural radioactive decay is described in the Appendix
[2] 这 过程 的 自然的 放射性 衰变 是 描述 在 这 附录
[bɪ'gɪnɪŋ] [ɑːn][peɪdʒ] - .
beginning on page 52 .
开始 在 页 - .

[2]天然放射性衰变的过程在附录中从第 52 页开始描述。

[[θriː]] [ðə; ði][juː] . [es] . [wɔːr] [dɪ'pɑːrtmənt] ['proʊgræm] ['dʊrɪŋ] [wɜːrld][wɔːr][iː] [ðæt] [dɪ'veləpt] [ðə; ði]
[3] The U . S . War Department program during World War II that developed the
[3] 这 U . S . 战争 部门 程序 期间 世界 战争 二 那 发达 这
[fɜːrst]['nuːkliər] ['wɛpənz] .
first nuclear weapons .
第一的 核 武器 .

[3]二战期间美国战争部开发第一批核武器的项目。

[[fɔːr]] [drɔːn] [tuː; tə] [skeɪl] ,
[4] Drawn to scale ,
[4] 绘制 到 规模 ,

[4]按比例绘制，

[ðə; ði] [hoʊl] [eɪdʒ][ʌv; əv][mæn][ɪz] [ˌreprɪ'zentɪd] [baɪ] [les] [ðæn; ðən][ðə; ði][wɪdθ; wɪtθ][ʌv; əv][ðə; ði][laɪn] .
the whole age of man is represented by less than the width of the line .
这 所有的 年龄 的 男人 是 代表 经过 较少的 比 这 宽度 的 这 线 .

整个人类历史的尺度甚至小于这条线的宽度。

[[faɪv]] [fɔːr; fər] [mɔːr] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n][ɑːn][ðə; ði] ['strʌktʃər] [ʌv; əv]['ætəmz] , [siː] ['aʊər; ɑːr][ə'tɑːmɪk][wɜːrld] ,
[5] For more information on the structure of atoms , see Our Atomic World ,
[5] 为了 更多的 信息 在 这 结构 的 原子 , 看 我们的 原子 世界 ,

[5]有关原子结构的更多信息，请参阅《我们的原子世界》,

[ə; eɪ][kəm'pænjən] ['bʊklət] [ɪn] [ðɪs] ['sɪriːz] .
a companion booklet in this series .
一个 伴侣 小册子 在 这 系列 .

本系列配套手册。

[[sɪks]] [frʌm; frəm][ðə; ði] [tʃɑːrt] [ʌv; əv][ðə; ði]['njuːˌklaɪd] , [prɪ'perd] [baɪ]['deɪvɪd][tiː] . [gəuld,mən] , ['nəʊlz]
[6] From the Chart of the Nuclides , prepared by David T . Goldman , Knolls
[6] 从 这 图表 的 这 核素 , 准备 经过 大卫 T . 高盛 , 小山丘
[ə'tɑːmɪk] ['paʊər] ['læbrətɔːri] , ['ɔːgəst] - .
Atomic Power Laboratory , August 1964 .
原子 力量 实验室 , 八月 - .

[6]摘自大卫·T·戈德曼于1964年8月在诺尔斯原子能实验室编制的核素图表。

[['sɛvən]] [ðɪs] [dɪ'keɪ] ['prɑːses] ['proʊsiːdz][ɪn][ə; eɪ] ['sɪriːz] [ʌv; əv] [steps] ,
[7] This decay process proceeds in a series of steps ,
[7] 这 衰变 过程 收益 在 一个 系列 的 步骤 ,

[7]这种衰变过程分一系列步骤进行，

['dʊrɪŋ] [wɪtʃ] [sɪks] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)lz][ænd; ənd][fɔːr]['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)lz][ɑːr; ər][ɪ'mɪtəd, ɪ'mɪtɪd] .
during which 6 alpha particles and 4 beta particles are emitted .
期间 哪个 6 阿尔法 颗粒 和 4 测试版 颗粒 是 发射 .

在此过程中，会发射出 6 个 α 粒子和 4 个 β 粒子。

([siː] [ə'pendɪks] .)
(See Appendix .)
(看 附录 .)

（参见附录。）

[[eɪt]] [neɪmd] ['æftər][ðer; ðər][kri'eɪtər] , [dʒɑːn] [nə'pɪr] , [ə; eɪ] ['skɑːtɪʃ] [ˌmæθəmə'tɪʃn] (- - -
[8] Named after their creator , John Napier , a Scottish mathematician (1550 - 1617
[8] 命名 后 他们的 创作者 , 约翰 纳皮尔 , 一个 苏格兰 数学家 (- - -
) , [huː] ['ɔːlsoʊ] [ɪn'ventɪd] [ðə; ði]['desɪm(ə)l] [pɔɪnt] .
) , who also invented the decimal point .
) , WHO 还 发明 这 小数 观点 .

[8]它们以发明者约翰·纳皮尔（John Napier）的名字命名，他是一位苏格兰数学家（1550-1617），也是小数点的发明者。

[[naɪn]] [ˌaɪ 'tiː][ɪz] ['dɪfɪkəlt] [tuː; tə] [dɪ'tɜːrmɪn] [ðə; ði][hæf] - [laɪf][ʌv; əv] ^{14}C [ɪg'zæktli] .
[9] It is difficult to determine the half - life of ^{14}C exactly .
[9] 它 是 难的 到 决定 这 一半 - 生活 的 ^{14}C 确切地 .

[9]很难准确确定^{14}C的半衰期。

[ɪn][ðə; ði] ['ɜːrli] [deɪz] [ʌv; əv] ^{14}C ['deɪtɪŋ] , [ɪn]['ɔːrdər][nɑːt][tuː; tə] [dɪ'leɪ] [kən'tɪnjuːd] [wɜːrk] ,
In the early days of ^{14}C dating , in order not to delay continued work ,
在 这 早期的 天 的 ^{14}C 约会 , 在 命令 不是 到 延迟 持续 工作 ,

在^{14}C测年法的早期，为了不耽误后续工作，

[æn; ən] ['ɑ:rbɪtreri] ['vælju:][ʌv; əv] - [jɪrz] [wʌz; wəz] ['tʃoʊzn] [ænd; ənd] [ðɪs] ['vælju:][ɪz] [stɪl] [ju:st] [ɪn]
an arbitrary value of 5568 years was chosen and this value is still used in
一个 随意的 价值 的 - 年 曾是 选定 和 这 价值 是 仍然 用过的 在
[ˌkælkjə'leɪʃənz] .
calculations .
计算 .

任意选取了 5568 年这个数值，并且这个数值至今仍在计算中使用。

[-] [ðɪs] [mi:nz] [ðæt] [ju'reɪniəm] [di'keiz] [θru:] [sək'sesɪv] [steps] [ɪn] [wɪtʃ] [ðə; ði][ɪn'taɪər] ['sɪri:z]
[10] This means that uranium decays through successive steps in which the entire series
[-] 这 方法 那 铀 衰变 通过 连续 步骤 在 哪个 这 全部的 系列
[i'mɪts] [eɪt] ['ælfə] ['pɑ:rtɪk(ə)lz] .
emits eight alpha particles .
发出 八 阿尔法 颗粒 .

[10]这意味着铀通过连续的步骤衰变，整个衰变过程会释放八个α粒子。

([si:] [ə'pendɪks] .)
(See Appendix .)
(看 附录 .)

（参见附录。）

[-] [rɪ'membər] , [ðɪs] [ɪ'nɔ:rməs] ['pɪriəd] [ʌv; əv] [taɪm] [ɪz] [ə; eɪ] ['meʒər] [ʌv; əv] [ðə; ði] [reɪt] [ʌv; əv]
[11] Remember , this enormous period of time is a measure of the rate of
[-] 记住 , 这 巨大的 时期 的 时间 是 一个 措施 的 这 速度 的
[spɑ:n'teɪniəs] ['fɪʒ(ə)n] ,
spontaneous fission ,
自发的 裂变 ,

[11]记住，这段漫长的时间是衡量自发分裂速率的指标，

[nɑ:t] [ʌv; əv] [ðə; ði] [eɪdʒ] [ʌv; əv] ^{238}U .
not of the age of ^{238}U .
不是 的 这 年龄 的 ^{238}U .

未达到^{238}U的年龄。

[-] [ðə; ði] ['ri:niəm] - ['ɑ:zmiəm] [ski:m] [ɪz] [ʃoʊn] [brˈloʊ] [ðə; ði] ['dɑ:tɪd] [laɪn] [brˈkæz, brˈkɔ:z] [ðə; ði]
[12] The rhenium - osmium scheme is shown below the dotted line because the
[-] 这 铼 - 锇 方案 是 所示 以下 这 虚线 线 因为 这
['meθəd] [ɪz] [stɪl] [ɪn] [æn; ən] ['ɜ:rli] [ɪkˌsperɪ'ment(ə)l] [steɪdʒ] [ænd; ənd] [ɪts] ['dʒen(ə)rəl] [ju:'tɪləti] [ɪz] [nɑ:t] [jet]
method is still in an early experimental stage and its general utility is not yet
方法 是 仍然 在 一个 早期的 实验 阶段 和 它是 一般的 公用事业 是 不是 然而
[ɪ'stæblɪʃt] .
established .
已确立的 .

[12]铼-锇方案显示在虚线下方，因为该方法仍处于早期实验阶段，其普遍适用性尚未确定。

[-] [fɔ:r; fər] [mɔ:r] [ɑ:n] [ðɪs] ['fæməli] [ʌv; əv] ['elɪmənts; 'eləmənts] , [si:] [rer] [ɜ:rθ] , [ðə; ði] [frə'tɜ:rn(ə)l]
[13] For more on this family of elements , see Rare Earths , The Fraternal
[-] 为了 更多的 在 这 家庭 的 元素 , 看 稀有的 地球 , 这 兄弟
[ˌfɪf'ti:n] ,
Fifteen ,
十五 ,

[13]有关该元素家族的更多信息，请参阅稀土元素、十五个同族元素。

[ə; eɪ] [kəm'pænjən] ['bʊklət] [ɪn] [ðɪs] ['sɪri:z] .
a companion booklet in this series .
一个 伴侣 小册子 在 这 系列 .

本系列配套手册。

[-] [fɔːr; fər][ə; eɪ] [fʊlər] [ˌeksplə'neɪʃ(ə)n][ʌv; əv][ðə; ði]['fɪʒ(ə)n] ['prɑːses] , [siː] ['aʊər; ɑːr][ə'tɑːmɪk][wɜːrld] ,
[14] For a fuller explanation of the fission process , see Our Atomic World ,
[-] 为了 一个 更丰满 解释 的 这 裂变 过程 , 看 我们的 原子 世界 ,
[ə'nʌðər] ['bʊklət] [ɪn] [ðɪs] ['sɪriːz] .
another booklet in this series .
其他 小册子 在 这 系列 .

[14]有关裂变过程的更完整解释，请参阅本系列的另一本小册子《我们的原子世界》。

[-] ['nju:trɔnz] [ðæt] [hæv; həv][hæd; həd][ðer; ðər] [spiːd] [rɪ'djʊst] [baɪ] ['pæsɪŋ] [θruː] [ə; eɪ]
[15] Neutrons that have had their speed reduced by passing through a
[-] 中子 那 有 有 他们的 速度 减少 经过 通过 通过 一个
['mɑːdəreɪtər] (['græfaɪt] ,
moderator (graphite ,
主持人 (石墨 ,

[15]通过慢化剂（石墨）降低速度的中子，

[fɔːr; fər][ɪg'zæmp(ə)l]) [wɪtʃ] [ɪz] [bɪlt] ['ɪntuː] ['evri] [ri'æktər] [tuː; tə] [ə'kɑːmplɪʃ] [ðɪs] ['veri] [θɪŋ] .
for example) which is built into every reactor to accomplish this very thing .
为了 例子) 哪个 是 建造 进入 每一个 反应堆 到 完成 这 非常 事物 .

例如）每个反应堆都内置了这种机制来实现这一目标。

[fɔːr; fər] [mɔːr] [ə'baʊt] [haʊ] [ðɪs] [ɪz] [dʌn] , [siː] ['nuːkliər] [r'ɪæktəz] [ænd; ənd] ['riːsɜːrtʃ] [r'ɪæktəz] ,
For more about how this is done , see Nuclear Reactors and Research Reactors ,
为了 更多的 关于 如何 这 是 完毕 , 看 核 反应堆 和 研究 反应堆 ,

有关如何实现这一目标的更多信息，请参阅《核反应堆和研究反应堆》

[kəm'pænjən] ['buklɪts] [ɪn] [ðɪs] ['sɪriːz] .
companion booklets in this series .
伴侣 小册子 在 这 系列 .

本系列配套小册子。

[-] [noʊt] [ðæt] [sʌm; səm][ˌreɪdioʊ'nuːklaɪdz] ['sʌmtaɪmz] [dɪ'keɪ] [baɪ][wʌn] ['meθəd] , ['sʌmtaɪmz] [baɪ]
[16] Note that some radionuclides sometimes decay by one method , sometimes by
[-] 笔记 那 一些 放射性核素 有时 衰变 经过 一 方法 , 有时 经过
[ə'nʌðər] .
another .
其他 .

[16]注意，有些放射性核素有时通过一种方法衰变，有时通过另一种方法衰变。

[fɔːr; fər][ɪg'zæmp(ə)l] , - . [eɪt] % [ʌv; əv][ðə; ði]['nuːkliaɪ][ʌv; əv][æk'tɪniəm] - - [i'mɪt][ə; eɪ]['beɪtə]['pɑːrtɪk(ə)l]
For example , 98 . 8 % of the nuclei of actinium - 227 emit a beta particle
为了 例子 , - . 8 % 的 这 细胞核 的 锕 - - 发射 一个 测试版 粒子
[tuː; tə][fɔːrm] ['θɔːriəm] - - ;
to form thorium - 227 ;
到 形式 钍 - - ;

例如，98.8%的锕-227原子核会发射β粒子形成钍-227；

[ðə; ði] [rɪ'meɪnɪŋ] [wʌn] . [ˌtuː'tuː] % [i'mɪt] [æn; ən] ['ælfə] ['pɑːrtɪk(ə)l][tuː; tə][fɔːrm]['frænsiəm] - - ;
the remaining 1 . 2 % emit an alpha particle to form francium - 223 ;
这 其余的 1 . 2 % 发射 一个 阿尔法 粒子 到 形式 钫 - - ;

剩余的 1.2% 会释放 α 粒子形成钫-223；

[bəuθ][ʌv; əv] [ðiːz] ['dɔːtər] ['prɑːdʌkt] [dɪ'keɪ] [tuː; tə]['reɪdiəm] - - .
both of these daughter products decay to radium - 223 .
两个都 的 这些 女儿 产品 衰变 到 镭 - - .

这两种子产物都会衰变为镭-223。

[-] [sʌm; səm][ʌv; əv][ðə; ði][ˌproʊtæk'tɪniəm] (- . - %) ['tʃeɪndʒɪz][baɪ][æn; ən] [ˌɪntər'mi:diət] [step] ,
[17] Some of the protactinium (0 . 12 %) changes by an intermediate step ,
[-] 一些 的 这 镁 (- . - %) 变化 经过 一个 中间的 步 ,
[noʊn] [æz; əz][ˌaɪsə'merɪk][træn'zɪʃ(ə)n] ,
known as isomeric transition ,
已知 作为 异构体 过渡 ,

[17]部分镁(0.12%)通过中间步骤发生变化，称为异构转变，

[ɪn] [wɪtʃ] [ɪts]['nu:kliəs] [ʃɪfts] [tu:; tə][ə; eɪ]['loʊər]['enərdʒi] [steɪt] .
in which its nucleus shifts to a lower energy state .
在 哪个 它是 核 轮班 到 一个 降低 活力 状态 .

其中原子核跃迁到较低的能量状态。

[ðə; ði]['prɑ:ses] [dʌz] [nɑ:t]['ɔ:ltər][ðə; ði] [rɪ'meɪnɪŋ] ['perənt] - ['dɔ:tər] [prə'greʃn] [ɪn][ðə; ði] ['sɪri:z] .
The process does not alter the remaining parent - daughter progression in the series .
这 过程 做 不是 改变 这 其余的 父母 - 女儿 进展 在 这 系列 .

该过程不会改变系列中剩余的亲女关系发展进程。

[-] [ˌʌndə'gəuz] [bəuθ] ['ælfə] [ænd; ənd]['beɪtə] [dɪ'keɪ] , [ɪn] ['defɪnət] [prə'pɔ:rʃ(ə)n][ʌv; əv] [dɪ'keɪ] [ɪ'vents] ,
[18] Undergoes both alpha and beta decay , in definite proportion of decay events ,
[-] 经历 两个都 阿尔法 和 测试版 衰变 , 在 定 部分 的 衰变 活动 ,
[æz; əz] [ʃoʊn] . -
as shown . 63
作为 所示 . -

[18] 会发生α衰变和β衰变，衰变事件中二者的比例固定，如图所示。63

[ðɪs] ['bʊklət] [ɪz][wʌn][ʌv; əv][ðə; ði] “ [ˌʌndər'stændɪŋ] [ðə; ði]['ætəm] ” ['sɪri:z] .
This booklet is one of the “ Understanding the Atom ” Series .
这 小册子 是 一 的 这 “ 理解 这 原子 ” 系列 .

这本小册子是“了解原子”系列丛书之一。

['kɑ:ments] [ɑ:r; ər][ɪn'vaɪtɪd][ɑ:n] [ðɪs] ['bʊklət] [ænd; ənd] ['ʌðər] [ɪn][ðə; ði] ['sɪri:z] ;
Comments are invited on this booklet and others in the series ;
评论 是 受邀 在 这 小册子 和 其他的 在 这 系列 ;

欢迎对本手册及本系列其他手册提出意见；

[pli:z] [send][ðem; ðəm][tu:; tə][ðə; ði][dɪ'vɪʒ(ə)n][ʌv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ˌɪnfər'meɪʃ(ə)n] , [ju:] . [es] . [ə'tɑ:mɪk]
please send them to the Division of Technical Information , U . S . Atomic
请 发送 他们 到 这 分配 的 技术的 信息 , U . S . 原子
['enərdʒi] [kə'mɪʃ(ə)n] ,
Energy Commission ,
活力 委员会 ,

请将它们发送至美国原子能委员会技术信息部。

['wɑ:ʃɪŋtən] , [di:] . [si:] . - .
Washington , D . C . 20545 .
华盛顿 , D . C . - .

华盛顿特区 20545。

['pʌblɪʃt] [æz; əz][pɑ:rt][ʌv; əv][ðə; ði][eɪ'i:'si:z][ˌedʒu'keɪʃən(ə)l] [ə'sɪstəns] ['proʊgræm] , [ðə; ði] ['sɪri:z]
Published as part of the AEC's educational assistance program , the series
已发布 作为 部分 的 这 aec的 教育 协助 程序 , 这 系列
[ɪn'klu:dz] [ði:z] ['taɪtəlz] :
includes these titles :
包括 这些 标题 :

作为美国原子能委员会教育援助计划的一部分，该系列丛书包括以下书目：

[ək'seləreɪtəz]
Accelerators
加速器

加速器

['ænɪmlz] [ɪn][ə'tɑːmɪk] ['riːsɜːrtʃ]

Animals	in	Atomic	Research
动物	在	原子	研究

原子研究中的动物

[ə'tɑːmɪk]['fjuːəl]

Atomic	Fuel
原子	燃料

原子燃料

[ə'tɑːmɪk] ['paʊər] ['seɪfti]

Atomic	Power	Safety
原子	力量	安全

原子能安全

['ætəmz][æt; ət][ðə; ði] ['saɪəns] [fer]

Atoms	at	the	Science	Fair
原子	在	这	科学	公平的

科学展览会上的原子

['ætəmz][ɪn] ['ægrɪkʌltʃər]

Atoms	in	Agriculture
原子	在	农业

农业中的原子

['ætəmz] , ['neɪtʃər] , [ænd; ənd][mæn]

Atoms	,	Nature	,	and	Man
原子	,	自然	,	和	男人

原子、自然与人类

[kɜ˞'ɪrz] [ɪn][ə'tɑːmɪk]['enərdʒi]

Careers	in	Atomic	Energy
职业生涯	在	原子	活力

原子能领域的职业

[kəm'pjuːtərz]

Computers
计算机

计算机

[kən'troʊld] ['nuːkliər] ['fjuːʒ(ə)n]

Controlled	Nuclear	Fusion
受控	核	融合

受控核聚变

[ˌkraɪə'dʒenɪks] , [ðə; ði] [ʌn'kɑːmən] [koʊld]

Cryogenics	,	The	Uncommon	Cold
低温学	,	这	罕见	寒冷的

低温学，非凡的寒冷

[də'rekt][kən'vɜːrʒ(ə)n][ʌv; əv]['enərdʒi]

Direct	Conversion	of	Energy
直接的	转换	的	活力

能量直接转换

['fɔːlaʊt] [frʌm; frəm] ['nuːkliər] [tests]

Fallout	From	Nuclear	Tests
掉出来	从	核	测试

核试验产生的放射性尘埃

[fuːd] [ˌprezər'veɪʃ(ə)n][baɪ] [ɪˌreɪdi'eɪʃn]

Food	Preservation	by	Irradiation
食物	保存	经过	辐射

辐照保藏食品

[dʒə'netɪk] [ɪ'fekts] [ʌv; əv][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n]

Genetic	**Effects**	**of**	**Radiation**
基因	效果	的	辐射

辐射的遗传效应

['ɪndeks][tu:; tə][ðə; ðɪ] ['ju:ˌeɪ'ɛs] ['sɪri:z]

Index	**to**	**the**	**UAS**	**Series**
指数	到	这	无人机系统	系列

无人机系统系列索引

['leɪzɝz]

Lasers
激光

激光

['maɪkroʊˌstrʌktʃər][ʌv; əv] ['mætər]

Microstructure	**of**	**Matter**
微观结构	的	事情

物质的微观结构

['nu:trɑ:n] [ˌæktɪ'veɪʃn] [ə'næləsɪs]

Neutron	**Activation**	**Analysis**
中子	激活	分析

中子活化分析

[ˌnɑ:ndɪ'strʌktɪv] ['testɪŋ]

Nondestructive	**Testing**
非破坏性	测试

无损检测

['nu:kliər] [klɑ:ks]

Nuclear	**Clocks**
核	时钟

核钟

['nu:kliər] ['enərdʒi][fɔ:r; fər] [di'sɔ:ltɪŋ]

Nuclear	**Energy**	**for**	**Desalting**
核	活力	为了	脱盐

核能用于海水淡化

['nu:kliər] ['paʊər] [ænd; ənd] ['mɜ:rtʃənt] ['ʃɪpɪŋ]

Nuclear	**Power**	**and**	**Merchant**	**Shipping**
核	力量	和	商人	船运

核能与商船

['nu:kliər] ['paʊər] [plænts]

Nuclear	**Power**	**Plants**
核	力量	植物

核电站

['nu:kliər] [prə'pʌlʃn] [fɔ:r; fər] [speɪs]

Nuclear	**Propulsion**	**for**	**Space**
核	推进	为了	空间

太空核动力推进

['nu:kliər] [r'ɪæktəz]

Nuclear	**Reactors**
核	反应堆

核反应堆

['nu:kliər] [tɜ:rmz] , [ə; eɪ] [bri:f] ['glɑ:səri]

Nuclear	**Terms**	**,**	**A**	**Brief**	**Glossary**
核	条款	,	一个	简短的	词汇表

核术语简明词汇表

['aʊər; ɑːr][ə'tɑːmɪk][wɜːrld]
Our **Atomic** **World**
我们的 原子 世界

我们的原子世界

['plaʊʃer]
Plowshare
耜

耜

[pluː'toʊniəm]
Plutonium
钚

钚

['paʊər][frʌm; frəm][ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps]
Power **from** **Radioisotopes**
力量 从 放射性同位素

放射性同位素发电

['paʊər] [r'ɪæktəz] [ɪn][smɔːl]['pækədʒəz, 'pækɪdʒɪz]
Power **Reactors** **in** **Small** **Packages**
力量 反应堆 在 小的 包裹

小型功率反应堆

[ˌreɪdioʊ'æktɪv] [weɪsts]
Radioactive **Wastes**
放射性 废物

放射性废物

[ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][ænd; ənd][laɪf] ['prɑːsesɪz]
Radioisotopes **and** **Life** **Processes**
放射性同位素 和 生活 流程

放射性同位素与生命过程

[ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][ɪn] ['ɪndəstri]
Radioisotopes **in** **Industry**
放射性同位素 在 行业

工业中的放射性同位素

[ˌreɪdioʊ'aɪsəˌtoʊps][ɪn]['medɪs(ə)n]
Radioisotopes **in** **Medicine**
放射性同位素 在 药品

医学中的放射性同位素

[rer] [ɜːrθ]
Rare **Earths**
稀有的 地球

稀土

['riːdɪŋ] ['riːsɔːrsɪz] [ɪn][ə'tɑːmɪk]['enərdʒi]
Reading **Resources** **in** **Atomic** **Energy**
阅读 资源 在 原子 活力

原子能领域的阅读资源

['riːsɜːrtʃ] [r'ɪæktəz]
Research **Reactors**
研究 反应堆

研究反应堆

[snæp] , ['nuːkliər] [speɪs] [r'ɪæktəz]
SNAP **,** **Nuclear** **Space** **Reactors**
折断 , 核 空间 反应堆

SNAP，核空间反应堆

['sɔːrsɪz] [ʌv; əv] ['nuːkliər] ['fjuːəl]

Sources	of	Nuclear	Fuel
来源	的	核	燃料

核燃料来源

[speɪs] [ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n]

Space	Radiation
空间	辐射

空间辐射

[sɪn'θetɪk] [ˌtrænzjʊə'renɪəm]['elɪmənts; 'eləmənts]

Synthetic	Transuranium	Elements
合成的	超铀	元素

合成超铀元素

[ðə; ði]['ætəm][ænd; ənd][ðə; ði]['oʊʃ(ə)n]

The	Atom	and	the	Ocean
这	原子	和	这	海洋

原子与海洋

[ðə; ði] ['kemɪstri] [ʌv; əv][ðə; ði]['noʊb(ə)l]['gæsɪz]

The	Chemistry	of	the	Noble	Gases
这	化学	的	这	高贵	气体

稀有气体的化学性质

[ðə; ði][fɜːrst] [ri'æktər]

The	First	Reactor
这	第一的	反应堆

第一反应堆

[hoʊl] ['bɑːdi] ['kauntəz]

Whole	Body	Counters
所有的	身体	计数器

全身计数器

[jʊr; jər]['bɑːdi][ænd; ənd][ˌreɪdi'eɪʃ(ə)n]

Your	Body	and	Radiation
你的	身体	和	辐射

你的身体与辐射

[ə; eɪ]['sɪŋg(ə)l]['kɑːpi][ʌv; əv]['eni] [wʌn] ['bʊklət] , [ɔːr][ʌv; əv][noʊ] [mɔːr] [ðæn; ðən] [θriː] ['dɪfrənt] ['buklɪts]

A	single	copy	of	any	one	booklet	,	or	of	no	more	than	three	different	booklets
一个	单身的	复制	的	任何	一	小册子	,	或者	的	不	更多的	比	三	不同的	小册子

,

,

,

每本小册子只能携带一份，或者最多携带三种不同的小册子。

[meɪ] [biː; bi] [əb'teɪnd] [friː] [baɪ] ['raɪtɪŋ] [tuː; tə] :

may	be	obtained	free	by	writing	to	:
可能	是	获得	自由的	经过	写作	到	:

可写信至以下地址免费获取:

[juːɛseɪk] , [piː] . [oʊ] . [bɑːks] - , [oʊk] [rɪdʒ] , [ˌtenə'siː] -

USAEC	,	P	.	O	.	BOX	62	,	OAK	RIDGE	,	TENNESSEE	37830
美国原子能委员会	,	P	.	哦	.	盒子	-	,	橡木	岭	,	田纳西州	-

美国原子能委员会，邮政信箱 62，田纳西州橡树岭，邮编 37830

[kəm'pliːt] [sets] [ʌv; əv][ðə; ði] ['sɪriːz] [ɑːr; ər][ə'veɪləb(ə)l][tuː; tə] [skuːl] [ænd; ənd]['pʌblɪk][laɪb'reərɪənz] ,

Complete	sets	of	the	series	are	available	to	school	and	public	librarians	,
完全的	套	的	这	系列	是	可用的	到	学校	和	民众	图书管理员	,

学校和公共图书馆均可提供该系列丛书的全套资料。

[ænd; ənd][tuː; tə] ['tiːtʃərz] [huː] [kæn; kən] [meɪk] [ðem; ðəm][ə'veɪləb(ə)l][fɔːr; fər] ['refrəns] [ɔːr][fɔːr; fər]

and	to	teachers	who	can	make	them	available	for	reference	or	for
和	到	教师	WHO	能	制作	他们	可用的	为了	参考	或者	为了

[juːz][baɪ] [gruːps] .

use	by	groups	.
使用	经过	团体	.

并提供给教师，以便他们能够提供这些资料供参考或小组使用。

[riˈkwests] [ʃʊd; ʃəd][biː; bi] [meɪd] [ɑːn] [skuːl] [ɔːr]['laɪbreri] ['letərhed] [ænd; ənd] ['ɪndɪkeɪt] [ðə; ði]

Requests	should	be	made	on	school	or	library	letterheads	and	indicate	the
请求	应该	是	制成	在	学校	或者	图书馆	信笺抬头	和	表明	这

[prəˈpoʊzd] [juːz] .

proposed	use	.
建议的	使用	.

申请应使用学校或图书馆的信笺抬头，并注明用途。

['stjʊdnts] [ænd; ənd] ['tiːtʃərz] [huː] [niːd] ['ʌðər] [məˈtɪriəl] [ɑːn][spəˈsɪfɪk]['æspekts][ʌv; əv]['nuːkliər]

Students	and	teachers	who	need	other	material	on	specific	aspects	of	nuclear
学生	和	教师	WHO	需要	其他	材料	在	具体的	方面	的	核

['saɪəns] ,

science	,
科学	,

需要有关核科学特定方面的其他资料的学生和教师，

[ɔːr] ['refrənsɪz] [tuː; tə] ['ʌðər] ['riːdɪŋ] [məˈtɪriəl] , [meɪ] ['ɔːlsoʊ] [raɪt] [tuː; tə][ðə; ði] [oʊk] [rɪdʒ] [əˈdres] .

or	references	to	other	reading	material	,	may	also	write	to	the	Oak	Ridge	address	.
或者	参考	到	其他	阅读	材料	,	可能	还	写	到	这	橡木	岭	地址	.

如需其他阅读材料，也可写信至橡树岭地址。

[riˈkwests] [ʃʊd; ʃəd] [steɪt] [ðə; ði]['tɑːpɪk][ʌv; əv] ['ɪntrəst] [ɪgˈzæktli] , [ænd; ənd][ðə; ði][juːz] [ɪnˈtendɪd] .

Requests	should	state	the	topic	of	interest	exactly	,	and	the	use	intended	.
请求	应该	状态	这	话题	的	兴趣	确切地	,	和	这	使用	故意的	.

申请中应明确说明感兴趣的主题和预期用途。

[ɪn][ɔːl] [riˈkwests] , [ɪnˈkluːd] “ [zɪp] [koʊd] ” [ɪn] [rɪˈtɜːrn] [əˈdres] .

In	all	requests	,	include	“	Zip	Code	”	in	return	address	.
在	全部	请求	,	包括	“	拉链	代码	”	在	返回	地址	.

所有请求中，请在回邮地址中包含“邮政编码”。

['prɪntɪd] [ɪn][ðə; ði][juˈnaɪtɪd] [steɪts] [ʌv; əv] [əˈmerɪkə]

Printed	in	the	United	States	of	America
打印	在	这	团结的	各州	的	美国

美国印刷

[juːɛseɪk] [dɪˈvɪʒ(ə)n][ʌv; əv] ['teknɪk(ə)l] [ɪnˈfekʃ(ə)n] [ɪkˈstenʃ(ə)n] , [oʊk] [rɪdʒ] , [ˌtenəˈsiː]

USAEC	Division	of	Technical	Infection	Extension	,	Oak	Ridge	,	Tennessee
美国原子能委员会	分配	的	技术的	感染	扩大	,	橡木	岭	,	田纳西州

美国原子能委员会技术感染推广部，田纳西州橡树岭

[-] [noʊts]

Transcriber's	Notes
转录员的	笔记

转录者注释

[riˈteind] [ˌpʌblɪˈkeɪʃ(ə)n][ˌɪnfərˈmeɪʃ(ə)n][frʌm; frəm][ðə; ði] ['prɪntɪd] [ɪˈdɪʃn] : [ðɪs] ['iːbʊk] [ɪz]['pʌblɪk] -

Retained	publication	information	from	the	printed	edition	:	this	eBook	is	public	-
保留	发布	信息	从	这	打印	版	:	这	电子书	是	民众	-

[doʊˈmeɪn][ɪn][ðə; ði] ['kʌntri] [ʌv; əv][ˌpʌblɪˈkeɪʃ(ə)n] .

domain	in	the	country	of	publication	.
领域	在	这	国家	的	发布	.

保留了印刷版中的出版信息：本电子书在出版国属于公共领域。

[ɪn][ðə; ði][tekst]['vɜːrʒ(ə)nz]['oʊnli] , [tekst][ɪn][ɪ'tælɪks][ɪz] [di'limitid] [baɪ] _ [ˌʌndə'skɔːz] _ .

In	the	text	versions	only	,	text	in	italics	is	delimited	by	_	underscores	_	.
在	这	文本	版本	仅有的	,	文本	在	斜体	是	分隔符	经过	_	下划线	_	.

仅在文本版本中，斜体文本用下划线分隔。

[ɪn][ðə; ði][tekst]['vɜːrʒ(ə)nz]['oʊnli] , ['suːpərskrɪpt][tekst][ɪz] [ˌpri'siːdid] [baɪ] ^caret .

In	the	text	versions	only	,	superscript	text	is	preceded	by	^caret	.
在	这	文本	版本	仅有的	,	上标	文本	是	之前	经过	^caret	.

仅在文本版本中，上标文本前面有^插入符号。

[ɪn][ðə; ði][tekst]['vɜːrʒ(ə)nz]['oʊnli] , ['sʌbskrɪpt] [tekst][ɪz] [ˌpri'siːdid] [baɪ] _ [ˌʌndər'skɔːr] .

In	the	text	versions	only	,	subscript	text	is	preceded	by	_	underscore	.
在	这	文本	版本	仅有的	,	下标	文本	是	之前	经过	_	下划线	.

仅在文本版本中，下标文本前面加下划线。

©叶兴阳双语音标有声读物.本网站点所有英文书籍内容均来自公共领域资源。

经叶兴阳老师独家注音、翻译与重新排版，享有完整版权。未经授权禁止转载或商用。

听书破万卷
开口如有神